Memorizzazione delle configurazioni dei comandi, monitoraggio di segnali audio stereo, possibilità di comandare il vettorscopio direttamente dal waveformonitor sono alcune delle caratteristiche che hanno fatto diventare la coppia di waveformonitor/vectorscope Tek Serie 1700 i nuovi strumenti di riferimento per il monitoraggio di segnali televisivi.

NUMERO 2 e 3 — ANNO XXXVIII
DICEMBRE 1989
DA PAGINA 49 A PAGINA 128

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

RIVISTA QUADRIMESTRALE
A CURA DELLA RAI
EDITA DALLA NUOVA ERI

DIRETTORE RESPONSABILE
ROLANDO SALVADORINI

COMITATO DIRETTIVO
M. AGRESTI, F. ANGELI,
G. M. POLACCO, R. CAPRA

REDAZIONE PRESSO
CENTRO RICERCHE RAI
CORSO GIAMBONE, 68
TEL. (011) 88 00 (int. 31 32)
10135 TORINO

Concessionaria esclusiva della pubblicità:
SOC. PER LA PUBBLICITÀ IN ITALIA (SPI)
20121 MILANO - VIA MANZONI 37 - TEL. (02) 63131

Distribuzione per l'Italia:
Parrini & C. - p. Indipendenza 11/B
00185 Roma - Tel. (06) 49.92

Affiliato alla Federazione Italiana Editori Giornali
Stampa: ILTE - Moncalieri (Torino)

Sommario: *pagina*

Si descrivono le principali caratteristiche degli apparati di telecomunicazione del satellite Olympus, recentemente lanciato in orbita, di cui la RAI utilizzerà un canale per iniziare la diffusione diretta da satellite (DDS). Il satellite possiede due canali per la DDS, uno orientabile sui vari paesi europei, un apparato a 20/30 GHz per esperimenti vari di comunicazione, un apparato a 12/20/30 GHz per esperimenti di propagazione ed un apparato 12/14 GHz per servizi speciali.

Si descrive il tipo di sperimentazione che la RAI intende fare sul canale DDS assegnatole. Il palinsesto sperimentale contiene 6 ore al giorno di televisione « generalizzata », due ore di televisione educativa e servizi mirati per pubblico ristretto. Avrà ampio spazio la radiofonia, che sarà numerica di alta qualità, e servizi telematici. Vi sarà inoltre una notevole sperimentazione tecnica con varie norme.

Vengono esaminate le caratteristiche delle antenne riceventi per il servizio DDS, in particolare per quanto riguarda la protezione da segnali interferenti provenienti da altri satelliti o da terra. Viene indicato tra l'altro quando è possibile ed a quali condizioni usare un'antenna di diametro inferiore ai 90 cm, pianificata dalla WARC '77.

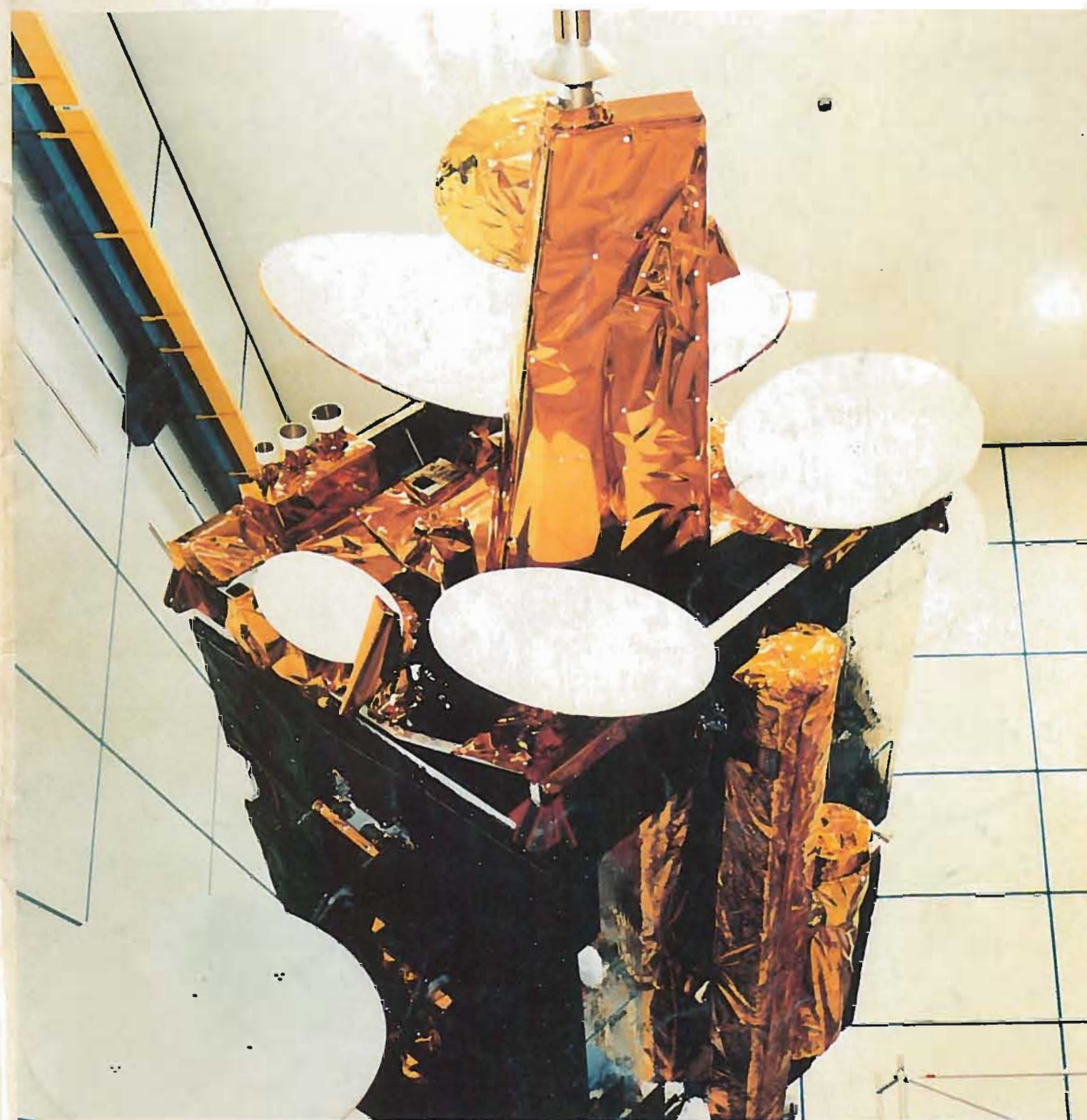
Si descrivono le prove e le misure effettuate per determinare le caratteristiche del segnale da irradiare nella sperimentazione del satellite Olympus. Il segnale risulta composto, oltre che dal segnale video, da una sottoportante audio principale a 6,6 MHz, da due sottoportanti audio a 7,02 e 7,20 MHz e da una sottoportante numerica a 8 MHz.

I notevoli progressi tecnologici conseguiti negli ultimi anni nei ricevitori da satellite consentono la ricezione assai oltre la prevista area di servizio nazionale. L'articolo permette, mediante tabelle o grafici, di eseguire molto rapidamente i « link budget » e di stabilire il tipo di impianto e le dimensioni dell'antenna per ricevere da varie località dell'Europa e del bacino del Mediterraneo, i segnali irradiati dal satellite Olympus-F1 con una qualità prestabilita.

NOTIZIARIO:

ATTIVITÀ INTERNAZIONALE nell'ambito della Diffusione Radiotelevisiva:

Satellite Olympus-F1 commissionato dall'ESA (Agenzia Spaziale Europea) alla British Aerospace come capo commessa. Alla Selenia Spazio è stato affidato il progetto e la realizzazione del carico utile (in particolare i payload per la diffusione diretta); altre importanti parti sono state commissionate all'Aeritalia. La foto mostra il corpo centrale del satellite Olimpus-F1 comprendente i vari « payload » e le antenne: nel punto più alto l'antenna in banda S svolge funzioni di telemetria e telecomando. Dietro il riflettore ellittico dell'antenna trasmittente B1 (fascio italiano DBS) con a fianco i tre « horn » del pacco Propagazione. Davanti le due antenne del pacco 20/30 GHz; di fianco a sinistra l'antenna ricevente B3 per DBS. In basso a sinistra l'antenna trasmittente B2 (fascio europeo DBS). Dalla parte opposta si intravede il riflettore dell'antenna « multibeam » per Servizi Specializzati.

UNA COPIA L. 10000 (ESTERO L. 20000)
COPIA ARRETRATA L. 12000 (ESTERO L. 22000)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 12000 (ESTERO L. 24000)
VERSAMENTI ALLA NUOVA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO - C.C.P. N. 26960104
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REG. ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C.P. DI TORINO AL N. 494 IN DATA 6-11-1951

SATELLITE OLYMPUS-F1

GIULIO PAOLO PACINI*

SOMMARIO — Nell'occasione del prossimo lancio del satellite geostazionario OLYMPUS-F1 viene data una descrizione delle sue principali caratteristiche e degli esperimenti che potranno essere eseguiti. Essendo OLYMPUS-F1 un satellite di tipo «multimissione», sono brevemente esaminati i quattro «pacchi» che rappresentano il carico utile, con particolare e più approfondita attenzione al pacco di Diffusione Diretta, che rappresenta per l'Italia il primo esperimento in orbita di questo tipo, dopo la Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni, tenutasi a Ginevra nel 1977 (WARC '77), che ha pianificato questo servizio. In tale ambito viene considerata la configurazione dei segnali utili che è possibile ricevere a terra in Italia e nell'Europa alla luce dei notevoli progressi sia nelle tecnologie dei componenti a microonde e sia negli studi relativi alle antenne e ai ricevitori realizzati in questi ultimi anni.

*SUMMARY — **OLYMPUS-F1 SATELLITE** — On the occasion of the next launching of the geostationary satellite, Olympus-Fi, this article intends to give a description of its main characteristics and of the experiments which could be carried on.*
Since OLYMPUS-F1 is a "multimission" satellite, this article examins the four "payloads" which represent the wanted load, giving particular and deeper attention to the Direct Broadcast payload: as regards Italy, it represents the first orbital experiment of this kind, after the World Administrative Radio Conference (WARC '77), held in Geneva in 1977, which has planned this service. In such an environment it is considered the configuration of the wanted signals which can be received at the earth sites in Italy and in Europe in the light of the cosiderable progresses obtained both in the microwave-component technology and in the studies relevant to the antennas and the receivers implemented in these last years.

1. Generalità

OLYMPUS è un grosso satellite per telecomunicazioni («Large Telecommunications Satellite», da cui il nome L-SAT che aveva all'inizio del progetto) commissionato dall'ESA (Agenzia Spaziale Europea), e realizzato dalla British Aerospace che ha affidato alla Selenia Spazio la responsabilità del progetto e della realizzazione di tutti i «payload» (carico pagante o carico utile), in particolare del payload per Diffusione Diretta. Hanno inoltre partecipato al progetto le maggiori industrie spaziali internazionali (l'italiana Aeritalia, l'olandese Fokker, la canadese Spar, la tedesca AEG ed altre).

Il primo modello, OLYMPUS-F1, è un satellite sperimentale, stabilizzato su tre assi, con massa in orbita di 1450 Kg, massa al momento del lancio di 2595 Kg e un payload di circa 340 Kg complessivi di apparati per DBS (Direct Broadcasting Satellite) e canali TLC (Telecommunications).

Il satellite è stato progettato per una vita di 10 anni; la missione operativa della RAI-Radiotelevisione Italiana è prevista per una durata di 5 anni.

Tale satellite verrà posto in orbita geostazionaria, ad una longitudine di 19° ovest, da un lanciatore ARIANE III dalla base spaziale Arianespace di Kourou, nella Guayana Francese (latitudine ~ 5° Nord), e sarà mantenuto stabile in questa posizione, durante tutta la sua missione, entro un'apertura angolare di 0,07° (vista dal centro della terra). La scelta di questa posizione, abbastanza lontana dalle noste longitudini, è stata dettata dalla necessità di ritardare, rispetto alla mezzanotte solare riferita al satellite, il tempo di eclisse (durante il quale gli apparati alimentati con generatori solari si spengono) della durata massima di 72 minuti primi nei giorni degli equinozi (uno spostamento di 1° di longitudine del satellite verso ovest, ritarda l'inizio dell'eclisse di 4 minuti). Se il satellite fosse posto alle nostre longitudini, ad esempio di Roma (12,5° Est), le trasmissioni verrebbero interrotte a Roma intorno alle 23,30 (ora solare) e cioè in piena serata. Viceversa la posizione del satellite a 19° Ovest fa sì che l'interruzione sia ritardata alle 1,30 circa di notte, quando le trasmissioni sono terminate.

Il satellite può essere controllato in modo da poter mantenere il puntamento sull'asse delle varie antenne nei punti previsti sulla terra, con la precisione di 0,2°. Inoltre l'antenna del fascio DBS per l'Italia è fornita di un sistema di «tracking» che consente una precisione del puntamento di 0,1° o meglio.

Il satellite OLYMPUS-F1 è del tipo multimissione e consente vari esperimenti mediante i seguenti quattro pacchi:

1) Pacco di propagazione 12/20/30 GHz per raccogliere nuove informazioni e verificare quelle già acquisite sui valori statistici relativi alla propagazione (attenuazione, depolarizzazione alle frequenze SHF indicate).
2) Payload per Servizi specializzati a 12/14 GHz per esperimenti avanzati con terminali terrestri che fanno uso di antenne con *piccole aperture*.
3) Payload per DBS 12/18 GHz con due canali TV, a norma WARC '77 (bibl. 1), uno per sperimentazione e servizio preoperativo DBS dedicato all'Italia e il secondo per uso Europeo (TV e/o multiplex audio numerici).
4) Payload Comunicazioni 20/30 GHz per collegamenti punto-punto e multipunto, sperimentazioni con segnali analogici e numerici, in video e in audio, quali HDTV e altri.

* Ing. Giulio Paolo Pacini del Centro Ricerche RAI - Torino. Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 5 luglio 1989.

Inoltre le unità di servizio svolgono funzioni di telemetria e telecomando incluse le riconfigurazioni dei payload tramite collegamenti tra satellite e stazioni di controllo a terra a 2 GHz (banda S).

La potenza primaria totale disponibile per payload e servizi è di circa 3600 watt. Durante le eclissi, alcune batterie forniscono la potenza necessaria all'alimentazione del pacco propagazione [potenza richiesta ≅ 135 watt], del pacco 20/30 GHz [potenza richiesta ≅ 280 watt] e in parte del pacco 12/14 [potenza totale richiesta ≅ 510 watt], ma non per pacco DBS 12/18 GHz [potenza richiesta ≅ 1270 watt oltre a 15 watt per il puntamento dell'antenna B1 (vedi oltre)]. Questo pacco è alimentato integralmente dall'energia prodotta dai pannelli solari.

La configurazione in orbita di OLYMPUS-F1 è illustrata nella figura 1. È costituito da un corpo centrale di cui l'altezza massima è di circa 5,60 m con una base di 2,9 × 2,7 m contenente tutti gli apparati di ricezione e trasmissione oltre alle antenne per le varie missioni, e da due

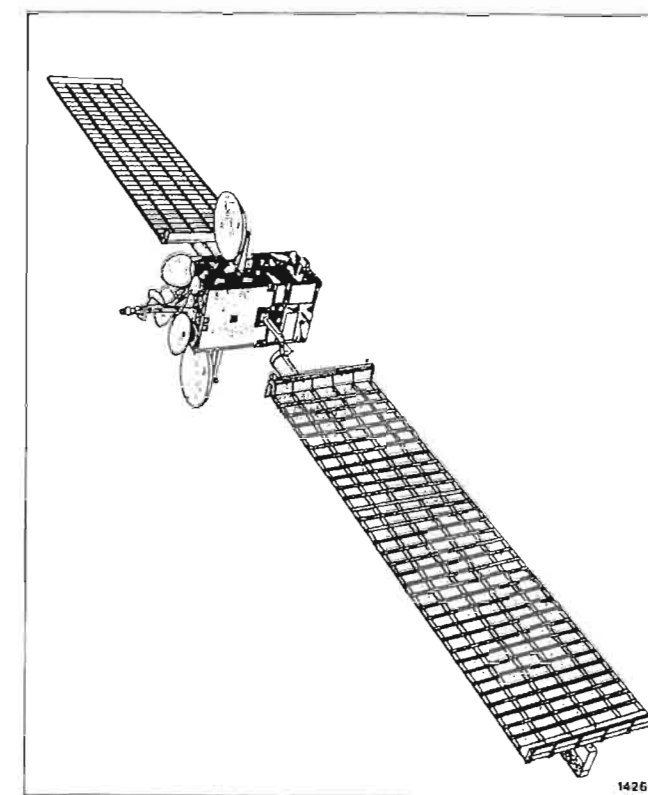



Fig. 1 — Olympus-F1: configurazione in orbita.

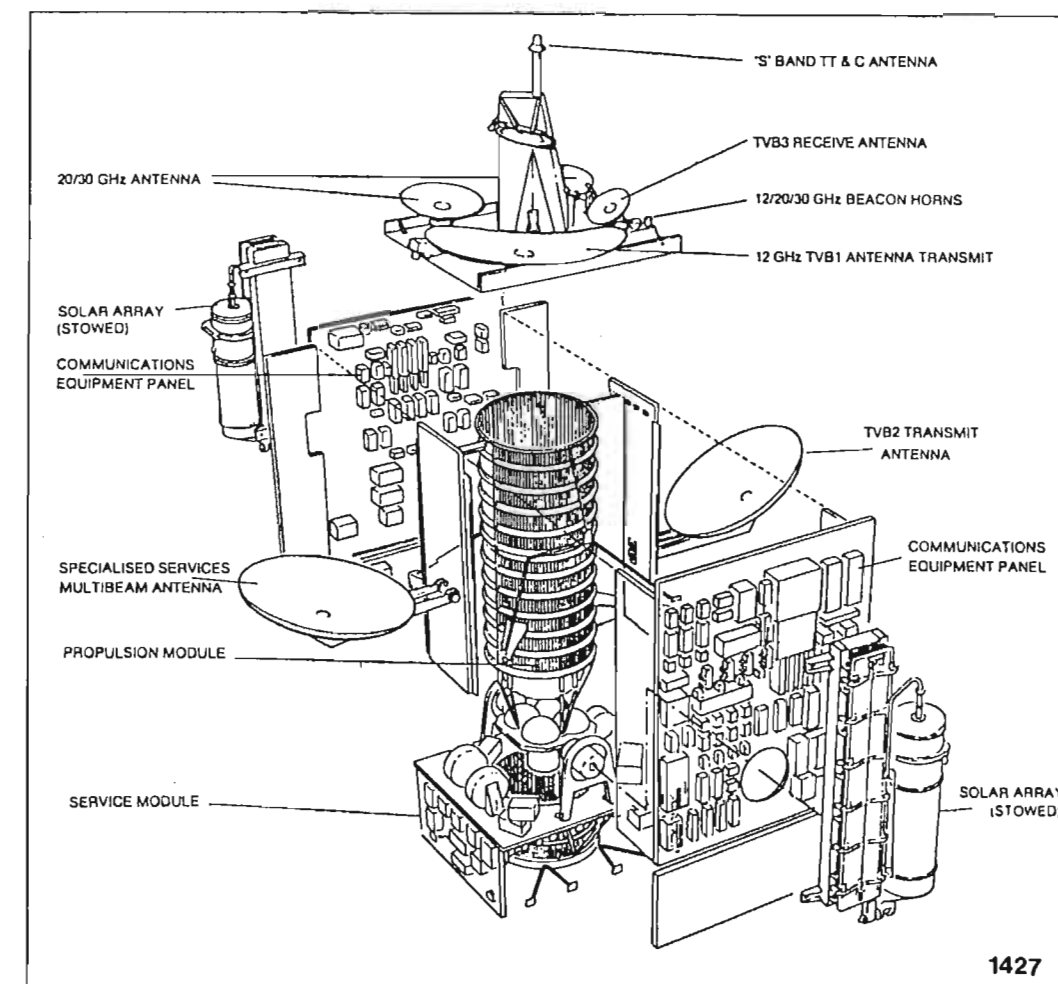



Fig. 2 — Esploso del corpo centrale del satellite Olympus-F1, con indicazione dei componenti e delle antenne relative alle varie missioni.

superfici a forma di ali (pannelli) con gli elementi di generazione elettrica solare con apertura di circa 26 m. Nella figura 2 è rappresentato l'esploso del corpo centrale con l'indicazione dei vari componenti e delle antenne relative alle diverse missioni.

2. Payload DBS

È costituito da un ripetitore trasparente con due canali televisivi di potenza, uno dedicato all'Italia (affittato dall'ESA alla RAI per 5 anni) per sperimentazione e servizio preoperativo DBS con un fascio in trasmissione B1 puntato normalmente su un punto della terra (boresight) identificato dalle coordinate geografiche (longitudine e latitudine) P_I (12,3° E/41, 3° N) nei pressi di Roma (figura 3); il secondo B2, per uso europeo, con un fascio che in condizioni di «default» (assenza di comandi) è orientato sul boresight P_E (7,8° E/46,2° N) presso il confine italo-svizzero, ma mediante telecomando da terra, può essere ripuntato su un qualunque punto dell'Europa Occidentale compreso nel trapezio sferico identificato dalle coordinate geografiche dei quattro punti (figura 3): P1 (19° W/63, 4° N); P2 (15,1° E/63,4° N); P3 (15,7° W/28,5° N); P4 (36,6° E/30,8° N).

Mentre il canale di trasmissione italiano (can. 24) riproduce tutte le caratteristiche pianificate dalla WARC '77 (ad eccezione del valore di EIRP, vedi 2.1), quello Europeo si scosta inevitabilmente da alcune di esse: la possibilità di commutare in trasmissione la frequenza (can. 20 o 28) e il senso di polarizzazione è stata introdotta per facilitare il coordinamento e la compatibilità con altri ricevitori in ambito europeo (bibl. 8).

I due canali televisivi hanno una banda utile di 27 MHz secondo norma WARC (bibl. 1).

Nella figura 4 è indicato lo schema a blocchi del payload DBS. Come risulta da esso, i componenti a rischio sono ridondati per conseguire una buona affidabilità per la durata della sua vita (bibl. 4 e 5).

L'antenna ricevente (B3), progettata dalla British Aerospace, è unica per i due trasmettitori; essa è a copertura europea (figura 5) e boresight quasi coincidente con quello dell'antenna trasmittente europea B2 in condizioni di «default»: P_R (7,8° E/46,2° N). È a fascio ellittico con apertura totale di 3,7° × 2,4° a metà potenza. Il suo guadagno è G_{RX} = 34,8 dBi sull'asse.

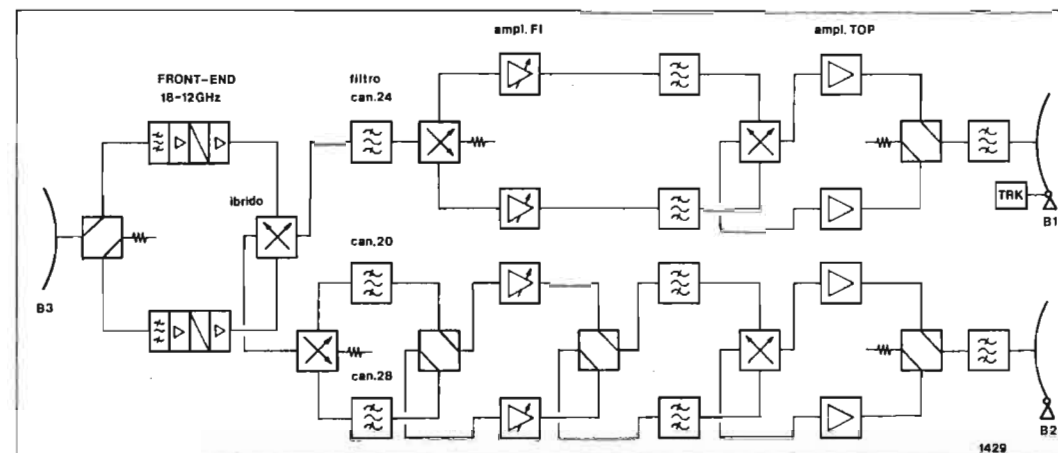
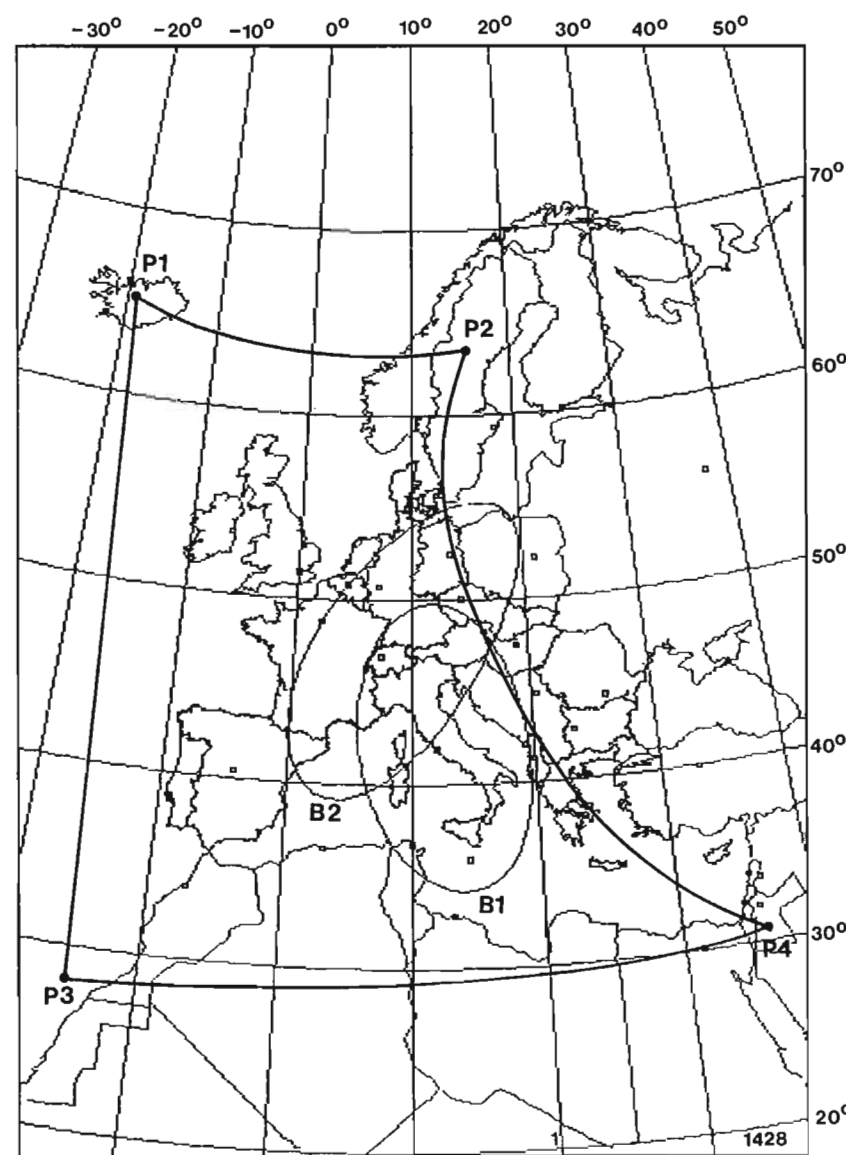



Fig. 3 — Sono tracciate le impronte, a − 3 dB rispetto al centro, del fascio italiano B1 e del fascio europeo B2 (in condizione di default). Quest'ultimo può essere ripuntato su qualunque punto dell'Europa e del Nord-Africa contenuto nel trapezio sferico P1-P2-P3-P4.

Fig. 4 — Schema a blocchi del payload DBS 12/18 GHz.

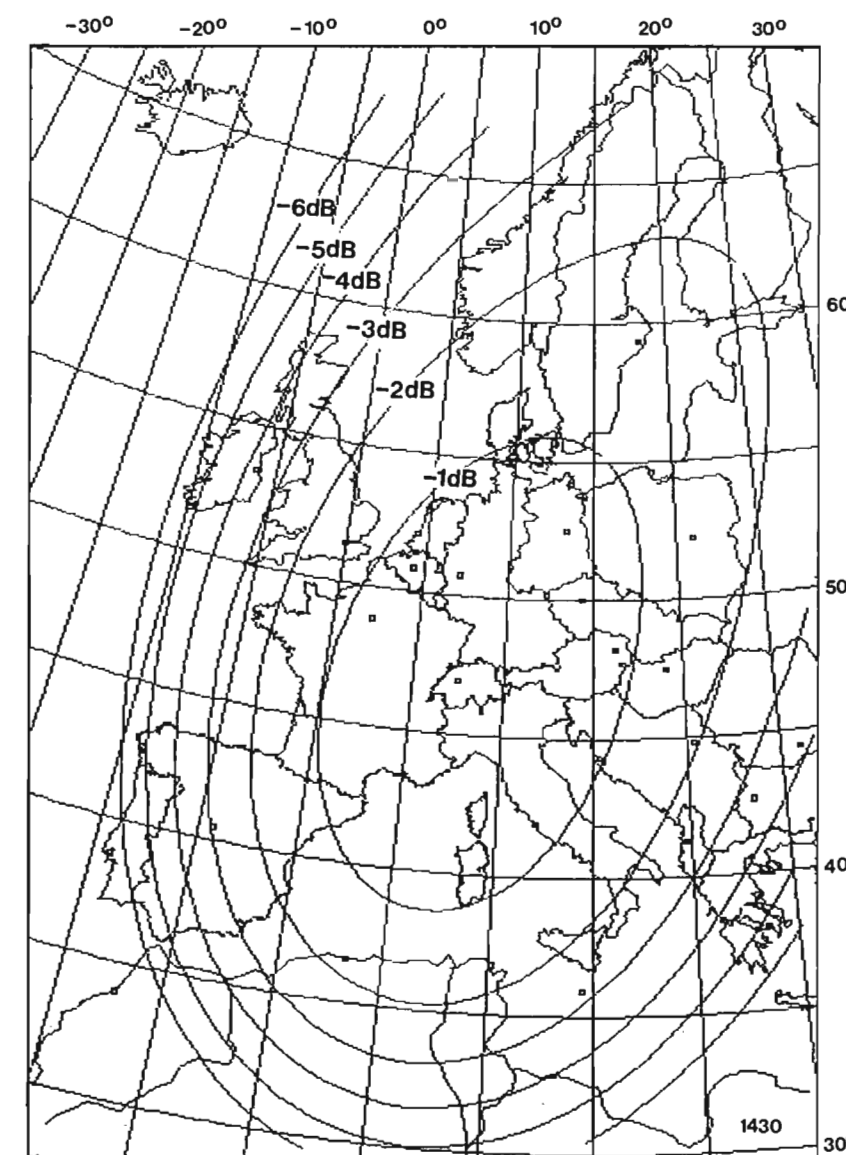



Fig. 5 — Copertura europea dell'antenna ricevente B3 del payload DBS. Sono tracciate le curve di livello rispetto al centro del fascio.

La sezione ricevente è costituita da un « front end » (ridondato) che comprende: un amplificatore a basso rumore a 18 GHz e filtro (BW ≅ 450 MHz); i circuiti per la conversione singola da 18 a 12 GHz; l'amplificatore a 12 GHz.

Segue la sezione ove vengono separati i canali (can. 24 per il trasmettitore italiano e can. 20 e 28 per quello europeo) con *filtri di canale*, che, essendo i più stretti della catena, e a fianchi molto ripidi, determinano le caratteristiche di banda del canale. La caratteristica è a livello in 27 MHz con variazioni massime di ~ 0,3 dB; − 3 dB in ~ 42 MHz; − 30 dB in ~ 50 MHz.

Nella stessa sezione è presente l'amplificatore di canale che ha la possibilità di funzionare in due diversi modi: in ALC (Automatic Level Control mode) oppure in FG (Fixed Gain Mode). In ALC la EIRP del « down-link » (tratta in discesa) è indipendente dalle variazioni di potenza che possono verificarsi nell'« up-link » (tratta in salita) ed è il modo normale di operazione per la diffusione diretta; è così possibile stabilire e mantenere un determinato valore di OBO (output back off) anche diverso da zero.

Questo modo risponde alle proprietà descritte, quando il valore del flusso di potenza, a livello di orbita, è compreso entro una fascia di − 93 ÷ − 76 dB(w/m²) riferito all'asse dell'antenna ricevente del satellite, con una dinamica quindi di 17 dB.

Il modo FG, prevalentemente per uso « multicarrier », consente di stabilire, con telecomando da terra, un livello fisso del guadagno (gain setting). Dopo l'amplificatore è presente un filtro largo ~ 100 MHz.

A questa sezione segue l'amplificazione di potenza con TOP (Tubo a Onde Progressive) da 230 watt nominali, anch'esso ridondato, e un filtro di potenza largo circa 230 ÷ 240 MHz per eliminare le armoniche dispari del TOP e il rumore generato dal ripetitore (bibl. 4 e 5).

Infine i segnali sono portati alle antenne trasmittenti B1 (canale italiano) e B2 (europeo).

Le antenne trasmittenti B1 e B2 sono state progettate dalla Selenia Spazio e rappresentano forse gli aspetti più interessanti di tutto il payload per le soluzioni molto avanzate che sono state adottate, specie nella B1 per raggiungere alte efficienze e soddisfare con margini di piena sicurezza le caratteristiche generali particolarmente severe stabilite dal piano WARC '77, in particolare i diagrammi di radiazione copolari e contropolari (figura 6a). L'antenna B1 è trasmittente per il fascio italiano a 12 GHz, ed è ricevente per il segnale di « beacom » (faro) a 17,305 GHz proveniente da terra e utilizzato per il puntamento automatico di antenna.

Il fascio è a sezione ellittica con apertura totale a metà potenza di 2,38° × 0,98°. L'ottica è di tipo gregoriano e con particolari « tecniche di deformazioni » delle superfici viene ottenuta la simmetria ellittica col prescritto rapporto assiale. La polarizzazione è circolare antioraria e il guadagno sull'asse è G = 41,4 dBi.

L'antenna B2, con riflettore in fibra di carbonio, è a fascio circolare con apertura a metà potenza $\varphi_o = 1,5°$. L'illuminazione è realizzata in offset con tromba corrugata. Diametro dell'ottica: 120 cm; guadagno sull'asse: G = 41,7 dBi.

Nella Tabella 1 vengono indicate le frequenze e le caratteristiche di polarizzazione del payload DBS.

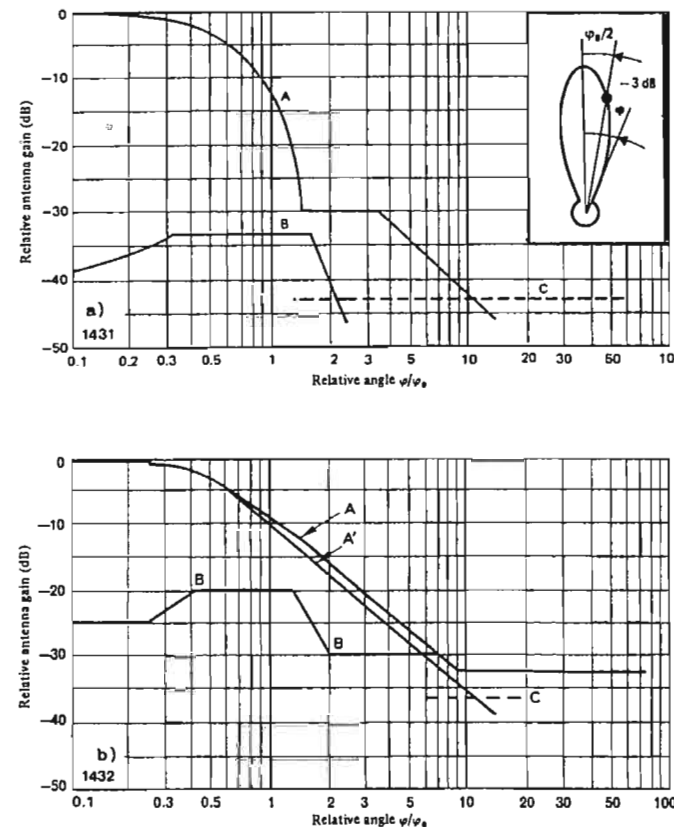



Fig. 6 — Diagrammi di riferimento polare e contropolare della
a) antenna trasmittente del satellite
b) antenna ricevente a terra
È indicato il *guadagno relativo* [dB] dell'antenna in funzione del *rapporto angolare* φ / φ_0, tra l'angolo φ che individua la direzione di trasmissione o ricezione e l'apertura totale φ_0 dell'antenna a − 3 dB. La linea tratteggiata C viene posta ad un valore pari al guadagno massimo dell'antenna cambiato di segno; essa rappresenta la massima protezione richiesta all'antenna.

2.1 EIRP trasmessa nel down-link del canale italiano

Questo parametro, almeno per l'esperimento DBS italiano con Olympus-F1, non corrisponde ai valori pianificati in sede WARC per motivi legati sia alle tecnologie dei tubi, sia alla configurazione del ripetitore (una antenna TX per un solo canale).

Secondo la pianificazione (bibl. 1) la EIRP nel downlink italiano (con TOP in saturazione), era prevista a livello di 64,1 dB(w) per il can. 24; 64,2 dB(w) per can. 28 e 32; 64,3 dB (w) per can. 36 e 40 (incremento corrispondente all'aumento del guadagno di antenna al crescere della frequenza).

Tabella 1.
Piano delle frequenze e polarizzazioni del payload DBS 12/18 GHz

	Up-lin	Down-link
— FREQUENZE:		
fascio italiano	can. 24: 17 768,62 MHz	can. 24: 12 168,62 MHz
fascio europeo	can. 20: 17 691,90 "	can. 20: 12 091,90 "
	can. 28: 17 845,34 "	can. 28: 12 245,34 "
— POLARIZZAZIONE:		
fascio italiano	circolare oraria	circolare antioraria
fascio europeo	circolare oraria	circolare oraria o antioraria

Tabella 2.
Bilancio della EIRP nel « DOWN-LINK » del can. 24 italiano.
Valori all'inizio della vita del satellite

TOP Potenza nominale P_a all'uscita [watt]	[dB(w)]	α_{ac} [dB]	G_{TX} sull'asse del fascio [dBi]	EIRP sull'asse del fascio $= P_a - \alpha_{ac} + G_{TX}$ [dB(w)]	Δ(EIRP) rispetto pianificazione [dB]
350	25,4	2,1	40,8	64,1	0
230	23,6	1,2	41,4	63,8	− 0,3
182	22,6	1,2	41,4	62,8	− 1,3

La massima EIRP nel « down link » risulta definita dalla potenza in uscita dal TOP in saturazione, diminuita delle perdite « post-TOP » (perdita di accoppiamento α_{ac} nei filtri, guide, eventuali circuiti per la combinazione di più canali su di un'unica antenna trasmittente, ecc.) e infine aumentata dal guadagno dell'antenna stessa. Soffermandoci sul can. 24, le previsioni della pianificazione erano basate sui valori dei parametri indicati nella prima riga della Tabella 2.

I tubi da 350 watt non sono ancora stati sviluppati dall'industria, mentre il TOP del progetto OLYMPUS è stato appositamente progettato dal fornitore (AEG Telefunken) per una potenza nominale di 230 watt. Ciò porterebbe ad una riduzione sulla EIRP di ~ 1,8 dB. In realtà, essendo su OLYMPUS-F1 più favorevoli i valori di α_{ac} e G_{TX} la riduzione di EIRP sarebbe soltanto di ~ 0,3 dB (seconda riga di Tabella 2). In realtà a seguito di considerazioni relative alla durata di questi tubi non ancora sperimentati in orbita, è stata prevista almeno nel primo volo di OLYMPUS una riduzione (« back off ») della potenza a ~ 180 watt il che porterebbe una riduzione di EIRP sul valore previsto dal piano di ~ 1,3 dB (terza riga di Tabella 2), ossia ad una EIRP al centro del fascio di 62,8 dB(w) all'inizio della vita del satellite, destinata a scendere a ~ 62,0 db(w) entro 3 ÷ 4 anni.

2.2 Flusso di potenza a terra nell'aria di servizio dell'Italia

Il flusso di potenza a terra è proporzionale alla $(EIRP)_{sat}$ trasmessa dal satellite in saturazione secondo la espressione:

$$[1] \quad \mathcal{P}_p = \frac{(EIRP)_{sat}}{4 \pi D^2} \cdot \alpha_{at} \qquad watt/m^2$$

con $(EIRP)_{sat}$ in watt; D è la distanza tra il satellite e il ricevitore a terra; α_{at} è l'attenuazione atmosferica (vapori e pioggia).

La [1] posta in forma logaritmica (con la convenzione che le attenuazioni espresse in rapporti di potenza sono numeri minori di 1, mentre se espresse in dB sono numeri positivi) diventa

$$[2] \quad \mathcal{P}_p = (EIRP)_{sat} - \alpha_{at} - L \qquad dB(w/m^2)$$

con EIRP in dB(w); α_{at} in dB ed L (spreading loss) espresso dalla

$$[3] \quad L = 10 \log_{10} [4 \pi (D \cdot 10^3)^2] \qquad dB(m^2)$$

con D in Km.

Il parametro L calcolato sulla distanza satellite 19° w/centro ellisse italiana: D = 38 382,75 Km, ha il valore L = 162,675 dB(m²). Si osserva che questa grandezza per semplicità viene spesso considerata in pratica una costante perché varia poco al variare di D. Nel caso di una area comprendente l'Europa e i paesi del bacino del Mediterraneo si otterrebbe L = 162,7 ± 0,3 dB(m²) [D_{MAX} = 40 650 Km per Mosca; D_{min} = 37 119 Km per Casablanca].

Mediante la [2] si calcola il flusso a terra nel centro (boresight) dell'ellisse italiana, individuato dalle coordinate geografiche P_i(12,3° E/41,3° N).

Si assume per il « down link » $\alpha_{at} = \alpha_v + \alpha_P = 0,3 + 1,3 = 1,6$ dB l'attenuazione media atmosferica a 12 GHz relativa alle regioni italiane e del Centro Europa, non superata per il 99% del tempo del mese peggiore. Per la [2]

$$[4] \quad \mathcal{P}_p = 62,8 - 1,6 - 162,675 \cong - 101,5 \qquad dB(w/m^2)$$

al centro ellisse in saturazione e quindi $\mathcal{P}_p = - 104,5$ dB(w/m²) al bordo dell'area di copertura nominale dell'Italia definita a − 3 dB rispetto al centro (meteo: 99% mese).

2.3 Condizioni di ricezione in Italia e Centro Europa

La pianificazione è stata eseguita sulla base di una ricezione individuale, poiché un piano di canalizzazione studiato per la ricezione individuale consente anche la ricezione comunitaria in ciascun paese; l'inverso potrebbe non essere vero (bibl. 2). È stato quindi assunto un fattore di merito della stazione ricevente a terra G/T = 6 dB(K⁻¹) e un diametro *minimo* per l'antenna ricevente di 90 cm (apertura massima a metà potenza: $\varphi_o = 2°$)[1] (bibl. 1 e 2) per ottenere un rapporto portante/rumore: C/N ≥ 14 dB ai limiti della propria area di copertura e per il 99% del tempo del mese peggiore. Tale valore di C/N, con i parametri di modulazione FM adottati per il segnale vi-

[1] La relazione tra il diametro dell'antenna e l'angolo di apertura massima a metà potenza (per fascio a sezione circolare) è spesso espresso per semplicità dalla relazione approssimata $\varphi_0 = 71,62/(d/\lambda)$ ove la costante dipende dalla distribuzione del campo sull'apertura; distribuzione che in realtà sarebbe nota soltanto dopo il progetto dell'antenna. Tuttavia l'espressione indicata è utile per una prima e immediata valutazione e può comportare errori massimi dell'ordine del 5 ÷ 10% (bibl. 11).

deo (vedi Tabella 3 e bibl. 1,2 e 3), danno luogo, *per lo standard G/PAL*, ad un valore segnale/rumore non pesato S/N = 33 dB corrispondente ad un grado di qualità 3,5 (nella scala CCIR a 5 valori).

Negli intenti della pianificazione WARC '77 è implicito lo spirito di fornire all'utente un servizio a carattere prevalentemente nazionale, anche se sono presenti gli inevitabili debordamenti dell'area di copertura nominale nazionale su territorio straniero (per l'Italia: Svizzera, Austria, Jugoslavia, ecc.) qualora tale area venga definita non da fasci conformati, ma a sezione ellittica o circolare come è il caso del piano WARC.

Tuttavia il progresso tecnologico di questi ultimi anni, ha modificato le premesse che erano state previste sul tipo di servizio per il fatto che la figura di merito G/T di una stazione ricevente con antenna da 90 cm è oggi possibile realizzarla con valori fino a 7 dB più elevati (bibl. 6) di quanto era previsto al tempo della pianificazione. Come conseguenza le aree di copertura si sono notevolmente allargate, nel senso che il valore C/N = 14 dB in ricezione, previsto al bordo dell'area nominale di servizio, definita a − 3 dB rispetto al centro del fascio, è possibile oggi ottenerlo in ricezione ad una distanza dal «boresight» in corrispondenza di una attenuazione di circa − 9 ÷ − 10 dB rispetto al centro, ossia su un territorio alquanto più esteso dell'area nominale di servizio, e ancora con antenne da 90 cm e ciò in relazione alle caratteristiche del ricevitore usato (vedi figura 7).

Lo sviluppo delle tecnologie dell'Arsenurio di Gallio ha reso disponibili sul mercato componenti allo stato solido aventi caratteristiche a microonde notevolmente superiori a quelle disponibili all'epoca della pianificazione. Inoltre, si dispone adesso di maggiori conoscenze nel campo della caratterizzazione elettromagnetica delle strutture propagative di tipo planare e sono stati effettuati approfonditi studi al fine di ottimizzare il progetto delle antenne per comunicazioni via satellite in termini di rendimento, isolamento di polarizzazione e riduzione dell'energia irradiata fuori asse. In tale scenario è divenuto quasi normale l'uso di dispositivi che realizzano figure di rumore del ricevitore F ≅ 2 dB o meno a 10 ÷ 12 GHz e valori del fattore di merito G/T alquanto più elevati dei 6 dB(K⁻¹) previsti dal piano per ricezione individuale, fino a valori G/T ≅ 13 dB(K⁻¹) con l'impiego di dispositivi HEMT e antenne da 90 cm (bibl. 6), e ciò anche perché in parallelo alla crescita di qualità si è avuta anche una drastica riduzione dei costi, a seguito dell'enorme espansione del mercato.

Questa nuova situazione può compendiosamente essere descritta nella figura 7 ove sono tracciate quattro curve di livello sul territorio italiano, centro-europa e nord-africa. Sulle ellissi sono indicate[2]:

1) l'attenuazione (dB) rispetto al centro del fascio italiano (B1)
2) il flusso di potenza a terra: $\mathcal{P}_p$ [dB(w/m²)] - Meteo: 99% mese
3) il diametro di antenna [d_o(m)] necessario per ottenere al ricevitore «tipo» (vedi oltre) un rapporto C/N ≧ 14 dB per il 99% del tempo del mese peggiore.

Per il ricevitore «tipo» si sono assunte le seguenti caratteristiche:

- Efficienza di antenna $\eta = 0{,}65$
- Temperatura di antenna $T_a = 85°$ K (misurata su prototipo da 90 cm di diametro)
- Banda di rumore del ricevitore $B_n = 27$ MHz [74,31 dB(Hz)]
- Figura di rumore del ricevitore F = 2 dB
- Perdite di accoppiamento $\alpha_{ac} = 0{,}5$ dB
- Perdite per errori di puntamento (vedi pagina seguente e bibl. 11) $\Delta G = 0{,}27 + 76{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot d_o^2$ dB [d_o(m)]
- Temperatura del sistema $T_s = 388°$K [25,9 dB(°K)]

Tabella 3.

CARATTERISTICHE DI SISTEMA E PIANIFICAZIONE PER LA RADIODIFFUSIONE TELEVISIVA DA SATELLITE PREVISTE AL TEMPO DELLA WARC '77 (BIBL. 1 E 2). ALCUNE DI ESSE SONO CAMBIATE O STANNO CAMBIANDO (VEDI TESTO). I VALORI INDICATI CON ASTERISCO: (*) E (**) NON SONO OGGETTO DI PIANIFICAZIONE E QUINDI NON SONO VINCOLANTI. NEL PERIODO SPERIMENTALE, LA RAI TRASMETTERÀ IL SEGNALE VIDEO A STANDARD G/PAL E TELEVIDEO NELLA CANCELLAZIONE DI QUADRO (TELETEXT SISTEMA B; CCIR - RACC. 653).

Caratteristica	Valore
— tipo di modulazione della portante radio	modulazione di frequenza
— deviazione picco-picco della portante radio dovuta al segnale video	Δf_{pp} = 13,5 MHz/V (*)
— frequenza della sottoportante principale suono (1)	f_s = 6,6 MHz(**)
— tipo di modulazione della sottoportante suono da parte del segnale audio	modulazione di frequenza(2)
— deviazione di picco della sottoportante suono dovuta al segnale audio	Δf_a = 75 kHz (**)
— banda del canale radio	B = 27 MHz
— rapporto portante/rumore prima del demodulatore (Meteo: 99% mese; limite area di servizio)	C/N ≧ 14 dB
— rapporto segnale rumore video [standard G/PAL) (Meteo: 99% mese; limite area servizio)	$(S/N)_v$ ≧ 33 dB non pesato (*)
— rapporto segnale rumore audio pesato nella banda 15 kHz in presenza di enfasi audio 50 μs e riferito al picco di modulazione (Meteo: 99% mese; limite area servizio)	$(S/N)_a$ ≧ 50 dB (*)
— Enfasi in banda video	CCIR Racc. 405-1
— antenna ricevente di terra	parabola da 90 cm di diametro
— fattore di merito della stazione di terra per ricezione individuale	G/T = 6 dB(K⁻¹)
— diagrammi d'antenna trasmittente e ricevente	fig. 6
— posizione del satellite italiano	19° ovest
— EIRP del satellite italiano sull'asse dell'antenna	64,2 dB (w)
— apertura massima e minima del fascio dell'antenna trasmittente verso l'Italia	2,38°×0,98°
— orientamento dell'asse maggiore del fascio dell'antenna trasmittente verso l'Italia(3)	137,0°
— frequenze centrali dei canali radioelettrici assegnati all'Italia (scarto fra le frequenze 76,72 MHz)	12 168,62 MHz 12 245,34 « 12 322,06 « 12 398,78 « 12 475,50 «
— polarizzazione assegnata all'Italia	circolare antioraria
— più piccolo margine di protezione equivalente per l'Italia (isola di Lampedusa)	3 ÷ 4 dB
— escursione picco-picco della portante radio dovuta al segnale di dispersione dell'energia	600 kHz

Note:
(*) Valori studiati per l'Europa sotto la coordinazione dell'EUR (bibl.3).
(**) Valori studiati per l'Italia e sperimentati nel CENTRO RICERCHE della RAI (bibl. 13).
(1) Oltre alla sottoportante principale a 6,6 MHz, sono previste due sottoportanti aggiunte di tipo Wegener «Panda 1» a frequenza 7,02 e 7,20 MHz (**), per canali musicali o commenti multilingue. In un secondo tempo potrebbe essere aggiunta una sottoportante numerica ad alta capacità, tipo Nicam 728 (**), per servizi telematici, dati, ecc.
(2) Questa è una specifica prescritta dal Piano. Tuttavia negli Atti Finali della WARC è concessa l'utilizzazione di segnali modulanti con caratteristiche diverse, con una o più sottoportanti separate, a condizione che le diverse caratteristiche non introducano interferenze maggiori di quelle introdotte dal sistema considerato dal Piano.
(3) L'orientamento è definito come segue: in un piano perpendicolare all'asse del fascio d'antenna esso è misurato come l'angolo (considerato in senso antiorario) formato dalla direzione dell'asse maggiore dell'ellisse e da un piano parallelo al piano dell'equatore.

Fig. 7 — Curve di livello sul territorio italiano, centro-europa e nord-africa. Sulle elisse sono indicate
1) l'attenuazione [dB] rispetto al centro del fascio italiano B1
2) il flusso di potenza a terra $\mathcal{P}_p$ [dB(w/m²)]. Meteo: 99% mese
3) diametro di antenna [d_o(m)] necessario per ottenere al ricevitore «tipo» [v. testo (figura di rumore F = 2 dB)] un rapporto C/N ≥ 14 dB per il 99% del tempo del mese peggiore.

[2] Il pedice $_p$ applicato al flusso $\mathcal{P}_p$ indica il valore superato per il 99% del tempo del mese peggiore ($_p$ ≡ pioggia); il pedice $_o$ applicato al diametro di antenna d_o indica il diametro riferito al ricevitore «tipo» definito nel testo.

— Attenuazione per eventi atmosferici $\alpha_{at} = \alpha_v + \alpha_p = 0,3 + 1,3 = 1,6$ dB per il 99% del tempo del mese peggiore

— Aumento temperatura antenna per eventi atmosferici (meteo 99% mese)

$$\Delta T_a = T_M [1 - 10\uparrow(-\alpha_{at}/10)] = 77° \text{ K}$$
$$[T_M \cong 250° \text{ K (temperatura del mezzo)}]$$

L'ellisse più piccola tracciata in figura 7 corrisponde ad un flusso di potenza a terra $\mathscr{P}_p = -104,5$ db(w/m^2) ovvero − 3 dB rispetto al centro del fascio, ed è l'ellisse che la pianificazione WARC indicava come limite dell'area di copertura per l'Italia con un flusso a terra di − 103 dB(w/m^2), ove era possibile ricevere il segnale TV/FM con un rapporto di C/N ≥ 14 dB per il 99% del tempo del mese peggiore, con un'antenna da 90 cm di diametro.

Lo stesso rapporto C/N ≥ 14 dB è possibile riceverlo sullo stesso contorno mediante il *ricevitore tipo* con antenna da 50 cm malgrado il minor valore del flusso a terra (vedi Tabella 2); lo stesso ricevitore, con antenna da 90 cm, potrebbe fornire un segnale con C/N ≥ 19,2 dB ossia oltre 5 dB superiore. Tale valore è calcolato mediante la seguente espressione ricavata in bibl. 12 per il *ricevitore tipo*:

$$[5] \quad C/N = \mathscr{P}_p + 20 \log_{10}(d_o) - (76,1 \cdot 10^{-3})\, d_o^2 + 124,7 \quad \text{dB}$$

che fornisce il rapporto C/N (dB) in ricezione in funzione del valore del flusso di potenza a terra $\mathscr{P}_p$[dB(w/m^2)] superato per il 99% del tempo del mese peggiore e del diametro d_o(m) dell'antenna ricevente (se l'antenna ricevente non è a fascio circolare d_o corrisponde al diametro equivalente dell'area fisica).

Con la stessa espressione [5] sono calcolati i diametri relativi alle quattro ellissi della figura 7 ponendo nella [5]: C/N = 14 dB. Si precisa che i valori dei diametri sono stati calcolati per il ricevitore «tipo» tenendo conto anche dei seguenti parametri (bibl. 11 e 12).

1) Meteo a) attenuazione del vapor d'acqua e gas nell'atmosfera (α_v)
   b) attenuazione supplementare dovuta a pioggia per il 99% del tempo del mese peggiore (α_p)
2) Errore di puntamento dell'antenna ricevente (funzione del diametro *in assenza di step-trak*. Gli elementi considerati sono:

   a) errore determinato dallo *spostamento del satellite* rispetto alla sua posizione nominale ($\varphi_1 = \pm 0,1°$)
   b) errore dovuto alla *stabilità del puntamento eseguito* (si è posto $\varphi_2 = \pm 0,1°$)
   c) errore del puntamento iniziale ($\varphi_3 = \pm 0,15\ \varphi_o$)essendo φ_o l'apertura dell'antenna a − 3 dB).

   L'angolo di errore totale si ricava da

$$\varphi = \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3^2}$$

e la perdita di guadagno dalla $\Delta G = 12(\varphi/\varphi_o)^2$ (bibl. 11).

3) Peggioramento del rapporto C/N a monte del demodulatore per il rumore introdotto dalla tratta in salita [si è posto $(C/N)_{up} = (C/N)_{dw} + (8 \div 10)$ dB].

Dalla stessa figura 7 risulta che il segnale del fascio italiano B1 del satellite Olympus-F1 potrebbe essere ricevuto con un rapporto C/N ≧ 14 dB nella quasi totalità dei paesi dell'Europa centrale mediante antenna compresa tra 1,0 e 1,60 m (Meteo: 99% mese).

Si segnala che le ellissi tracciate dal fascio italiano, sono state ottenute al calcolatore introducendo il vero diagramma dell'antenna B1, i cui valori *misurati* sono stati gentilmente concessi dalla Selenia Spazio.

A questo punto è molto ***importante*** porre attenzione alla seguente conclusione: dall'esame della figura 7 risulta che l'ellisse più piccola che ricopre l'Italia richiede, col *ricevitore tipo* ipotizzato, un'antenna di circa 50 cm di diametro per ottenere in ricezione C/N ≥ 14 dB (Meteo: 99% mese). Come conseguenza entro tale ellisse, e in particolare al suo centro, nei pressi di Roma ove il flusso di potenza è più alto di 3 dB rispetto alla periferia, è sufficiente un fattore di merito G/T del ricevitore più basso di 3 dB. Ciò può essere ottenuto riducendo il guadagno di antenna e quindi il suo diametro, o usando un ricevitore con figura di rumore peggiore (o entrambe le cose).

Se si agisce solo sull'antenna sarebbe sufficiente un diametro d' fornito dalla relazione: $20 \log_{10}(d'/50) = -3$ dB ovvero un diametro $d' = 50 \cdot 10\uparrow[-(3/20)] = 36$ cm.

L'uso di tale diametro potrebbe essere molto ***PERICOLOSO*** perché mentre il rapporto C/N ≥ 14 dB sarebbe salvo, quasi sicuramente non sarebbe rispettato più il rapporto portante/interferenza C/I stabilito in sede di pianificazione per proteggere il segnale utile dalle interferenze provenienti da altre posizioni orbitali del sistema o da servizi di terra operanti nella stessa banda e ricevute dai lobi laterali dell'antenna. Ciò significa che tali antenne potrebbero essere usate oggi, fino a che i satelliti DBS in orbita sono due soltanto, ma con l'aumento del numero di essi le interferenze potrebbero aumentare fino a rendere inaccettabile il segnale utile ricevuto.

Nel Centro Ricerche della RAI è stato eseguito uno studio che ha dimostrato che, sotto precise condizioni di progetto per l'antenna, è possibile rispettare le condizioni e i rapporti di protezione per una ricezione esente da interferenze, con un'antenna da 60 cm (bibl. 7). È possibile ridurre il diametro fino a 50 cm con tecniche di progetto appropriate; ma in genere l'uso di antenne più piccole, o di piccole «antenne piatte» deve essere considerato con cautela, perché anche queste ultime possono considerarsi adatte solo se realizzate con tecnologie sofisticate (ad esempio multistrato). In bibl. 11 l'argomento è trattato più dettagliatamente.

2.4 EIRP NEL DOWN-LINK DEL CANALE EUROPEO E FLUSSO A TERRA

L'antenna trasmittente B2 del fascio europeo ha un guadagno sull'asse G = 41,7 dBi, ossia circa 0,3 dB superiore al guadagno dell'antenna B1. Questo maggior guadagno si trasferisce pari pari sulla EIRP irradiata.

Sulla base di quanto visto al paragrafo 2.1 si ha quindi che la EIRP in saturazione al centro del fascio europeo risulta $(EIRP)_E = 63,1$ dB(w) all'inizio della vita del satellite.

Con procedimento analogo a quello utilizzato per il fascio italiano e con gli stessi valori dell'attenuazione atmosferica, si calcola il flusso a terra nel centro del fascio, individuato dalle coordinate geografiche P_E(7,8° E/46,2° N) corrispondenti alla posizione di default. Il suo valore

è $\mathscr{P}_p = -101,2$ dB(w/m^2) [in saturazione, meteo 99% mese].

Nella figura 3 è tracciata l'ellisse a − 3 dB del fascio europeo B2 (in posizione di default); al bordo di tale ellisse $\mathscr{P}_p = -104,2$ dB(w/m^2).

3. Payload Comunicazioni 20/30 GHz

3.1 CONDIZIONI METEO

Il «pacco» 20/30 dell'Olympus-F1 offre l'opportunità ai ricercatori e agli sperimentatori dell'intera Europa di sviluppare tecniche e sistemi di comunicazione per queste bande di frequenza, fino ad ora poco usate ma anche molto attraenti sia per la possibilità di usare antenne di piccole dimensioni, sia per la potenziale maggior larghezza di banda percentuale utilizzabile per segnali a largo spettro (ad esempio HDTV numerica, ecc.).

Tuttavia l'uso di onde millimetriche alle frequenze dei 20/30 GHz non è così semplice come alle frequenze più basse, per effetto delle condizioni meteo molto pesanti.

In realtà sono relativamente scarse oggi le conoscenze sull'effetto dell'atmosfera oltre i 20 GHz. Sono stati comunque raccolti molti dati che permettono qualche previsione e che confermano le maggiori difficoltà.

Gli ordini di grandezza, per il centro Europa, passando ad es. da 12 a 23 GHz, sono i seguenti: l'attenuazione a «cielo chiaro» passa da ~ 0,3 a ~ 2 dB per effetto dell'assorbimento del vapore d'acqua che giusto in questa zona dello spettro presenta risonanze molecolari; l'attenuazione supplementare, valutata per il 99% del tempo del mese peggiore passa da 1,3 ÷ 1,8 dB a 4,5 ÷ 6,5 dB; XPD (Cross Polar Discrimination) per la stessa percentuale di tempo da 30 dB a 25 dB; la temperatura del cielo da 85° K a 200° K. Queste severe condizioni propagative fanno prevedere maggiori potenze in trasmissione e più alte temperature operative nei sistemi riceventi a terra; inoltre se si vogliono ottenere buoni standard di operabilità sui collegamenti, devono essere ricercati metodi adatti. Il più radicale di questi metodi è la «diversità di spazio» che richiede per ogni terminale due antenne, distanti tra loro parecchi chilometri (bibl. 8 e 10).

3.2 ESPERIMENTI PROPOSTI

Sono stati proposti e sono attualmente allo studio un grande numero di esperimenti con il pacco 20/30 GHz. Questi esperimenti comprendono: Video tele-conferenze punto-punto o multipunto mediante segnali video numerici compressi; programmi di «Tele-Didattica» con trasmissione punto-multipunto mediante segnale analogico FM; prove di trasmissione di dati a bassa velocità (ad esempio 2 Mbit/s) per applicazione «affari»; prove di videotelefono; trasmissione di segnale HDTV numerica.

3.3 CONFIGURAZIONE DEL PAYLOAD 20/30 GHz

Il Payload è stato progettato per fornire dimostrazioni e realizzare prove pratiche sull'intera Europa Occidentale con sistemi di Comunicazioni a 20/30 GHz. La filosofia di base per raggiungere ciò è stata quella di equipaggiare il payload con due antenne relativamente grandi (diametro: 0,825 m) ciascuna ricevente a 30 GHz e trasmittente a 20 GHz dando luogo a spot di 0,6° di diametro sull'area di copertura nominale e ripuntabili

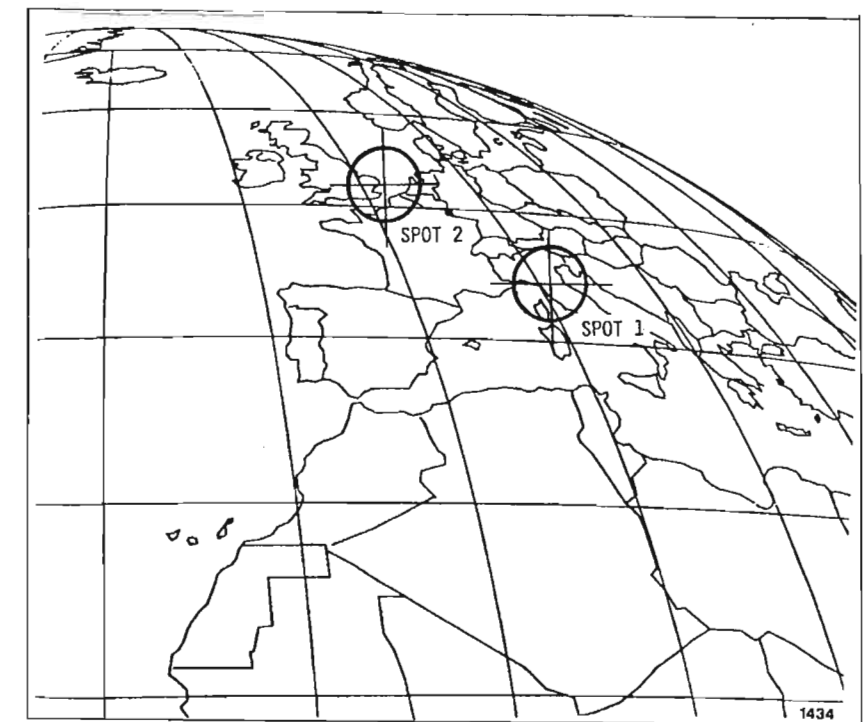



Fig. 8 — Copertura nominale (0,6°) dei due fasci del payload 20/30, in condizioni di default. Mediante telecomando essi possono essere ripuntati *separatamente* su qualunque punto dell'Europa occidentale.

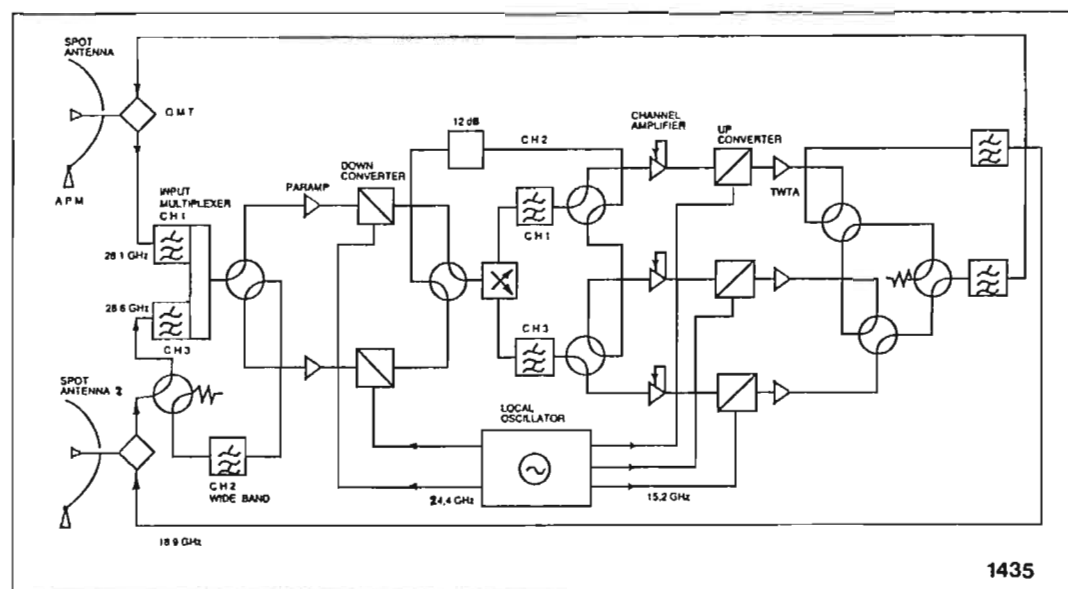



Fig. 9 — Schema a blocchi del payload « Comunicazioni 20/30 GHz ».

separatamente con telecomando su tutta l'Europa, con un puntamento di « default » sulle località geografiche: Spot 1 (11° E/44° N); Spot 2 (2° E/52° N) in corrispondenza dell'alta Italia il primo e della Manica il secondo (figura 8).

Il ripetitore comprende due catene riceventi a *banda larga* e tre catene trasmittenti con commutatori e « splitter » per l'instradamento dei segnali (figura 9). Esso dispone di due canali a banda stretta BW = 40 MHz e un canale a banda larga BW = 700 MHz. I ricevitori fanno capo a un « multiplexer » di entrata (IMUX) e sono a banda larga per consentire ad uno dei ricevitori di trattare due canali di entrata, mentre l'altro è tenuto come riserva. Il ricevitore attivo amplifica e converte i segnali di entrata ad una media frequenza di ~ 4 GHz e tramite uno « splitter » sono filtrati a banda stretta: 40 MHz (can. 1 e can. 3) e possono essere collegati a due delle tre catene trasmittenti di cui una resta di riserva.

Qui sono amplificati (guadagno variabiale con telecomando) e convertiti alla frequenza del down-link (~ 20 GHz). Passano quindi per l'amplificatore di potenza (TOP), filtrati e riportati, tramite duplexer Tx/Rx [OMT (Orthmode transducer)], in trasmissione sulle stesse antenne riceventi.

Viceversa nel modo a banda larga, il segnale di entrata di una antenna ricevente alimenta direttamente un ricevitore, i filtri di canale a 40 MHz sono « baypassati » ed è utilizzato l'intero ripetitore largo 700 MHz (27 997,255 – 28 697,255 MHz). Nella Tabella 4 è indicato il piano delle frequenze del payload.

Tabella 4.

PIANO DELLE FREQUENZE DEL PAYLOAD COMUNICAZIONI 20/30 GHz.

	Frequenza centrale [MHz]		Larghezza banda [MHz]	
	Up-link	Down-link		
Canale 1	28 072,255	18 925,00	40	—
Canale 2	28 347,255	19 200,00	—	700
Canale 3	28 622,255	19 475,00	40	—

Nella Tabella 5 sono riassunti i parametri più significativi del payload in ricezione e trasmissione.

Tabella 5.

PARAMETRI PIÙ SIGNIFICATIVI DEL PAYLOAD 20/30 GHz IN RICEZIONE E TRASMISSIONE

Frequenze [GHz]	**RICEZIONE** ~ 28,1 ÷ 28,6	**TRASMISSIONE** ~ 18,9 ÷ 19,4
Polarizzazione nominale	Lineare X (Est-Ovest)	Lineare Y (Nord-Sud)
Apertura totale dell'antenna (a - 3 dB)	$\varphi_0 \cong 1°$	$\varphi_0 \cong 1,2°$
Guadagno antenna centro spot (1)	42,6 dBi min.	42,2 dBi min.
Guadagno antenna su copertura 0,6° (1)	40,1 dBi min.	40,1 dBi min.
G/T al centro spot	10,2 dB(K^{-1}) min.	—
G/T su copertura 0,6°	7,7 dB(K^{-1}) min.	—
Potenza in entrata per la saturazione		
— in modo ALC	— 114 ÷ – 92 dB(W) banda stretta	—
(Automatic Level Control)	— 102 ÷ – 80 dB(W) banda larga	—
— in modo FG (Fixed Gain)	— 104 ÷ – 92 dB(W) banda stretta	—
	— 92 ÷ – 80 dB(W) banda larga	—
— EIRP al centro spot	—	53,7 dB(W) min.
— EIRP su copertura 0,6°	—	52,1 dB(W) min.

Note:
(1) I valori indicati tengono conto degli errori di puntamento (bibl. 8 e 10).

4. Payload propagazione 12/20/30 GHz

4.1 ESPERIMENTI PREVISTI

Il pacco propagazione comprende tre trasmettitori di « beacon » (faro), ognuno con la propria antenna di tipo « horn » alle frequenze di ~ 12,5 GHz, 20 GHz e 30 GHz.

I beacom sono destinati da un lato a fornire una direzione di riferimento per l'allineamento delle antenne delle stazioni di terra e soprattutto per fornire un segnale stabile e puro adatto agli esperimenti di propagazione (bibl. 8). Tali esperimenti sono destinati a completare i dati raccolti, elaborati con altri esperimenti, scarsi alle frequenze più elevate e a verificare e ricostruire in queste tre zone dello spettro le statistiche sulla propagazione.

Sono previsti esperimenti sulla misura dell'attenuazione di base, dell'attenuazione supplementare dovuta ad eventi atmosferici (pioggia, nubi) in relazione alle percentuali di tempo, e sulle misure di XPD (Cross Polar Discrimination).

4.2 FREQUENZE DI BEACOM

Le tre portanti beacom hanno frequenze coerenti tra di loro essendo ottenute per moltiplicazione a partire da un unico oscillatore a cristallo (figura 10). Il piano delle frequenze è indicato nella Tabella 6.

Tabella 6.

PIANO DELLE FREQUENZE DEL PAYLOAD PROPAGAZIONE

Fascio	Frequenze	Polarizzazione
B0	12 501,86 MHz	Y (nord-sud)
B1	19 770,39 MHz	X, Y, commutabili
B2	29 655,58 MHz	Y

4.3 COPERTURA E PARAMETRI DI TRASMISSIONE

Il beacom BO a 12,5 GHz copre l'intera terra visibile dalla posizione del satellite (19° ovest). Minima EIRP = 10 dB(w) in polarizzazione Y. L'Europa è compresa tra curve di livello a – 2 dB ÷ – 4 dB dal centro del fascio che è sull'Atlantico.

I beacom B1 (20 GHz) e B2 (30 GHz) coprono l'intera Europa entro – 1 dB dal boresight che è posto sulla Francia in prossimità della Svizzera. Minima EIRP = 24 dB(w); B2 è polarizzato Y; B1 può essere polarizzato X o Y, oppure commutato tra le due polarizzazioni ad una frequenza di circa 1866 Hz.

5. Payload per servizi specializzati 12/14 GHz

Questo payload è destinato a sperimentare la possibilità di realizzare servizi specializzati di comunicazione avanzata tra terminali di terra *piccoli* e, in particolare, primi tra tutti nuovi servizi di comunicazione « affari » quali trasmissione in fac-simile ad alta velocità, trasmissione simultanea di una grande massa di dati a indirizzi diversi; in secondo luogo video teleconferenze tra località anche molto distanti e ciò su scala internazionale (bibl. 8).

I sistemi più comuni sperimentati per servizi di comunicazione specializzata, sono prevalentemente di due tipi, ed entrambi hanno alcune limitazioni:

1) uso di un'antenna ad alto guadagno e quindi spot a copertura limitata; permette l'interscambio tra *piccole* stazioni di terra fisse non molto distanti tra loro;
2) uso di antenne con area di copertura continentale, ottenuta però a scapito del guadagno; in questo caso è necessario l'uso di stazioni di terra con antenne di grande diametro e « tracking ».

La soluzione più efficiente per la soluzione del problema sarebbe quella di realizzare una copertura con diagramma di antenna « multi-beam » con ricevitori e trasmettitori separati per ciascun fascio. Tuttavia, se il payload è realizzato con n fasci collegati a ripetitori trasparenti, sono necessarie n catene riceventi a banda larga ed almeno n^2 catene trasmittenti, per assicurare l'interconnessione tra qualunque coppia di fasci. Ciò è chiaramente inaccettabile.

Lo scopo di questo pacco è *principalmente* quello di sperimentare il sistema SSTDMA (Satellite-Switched Time-

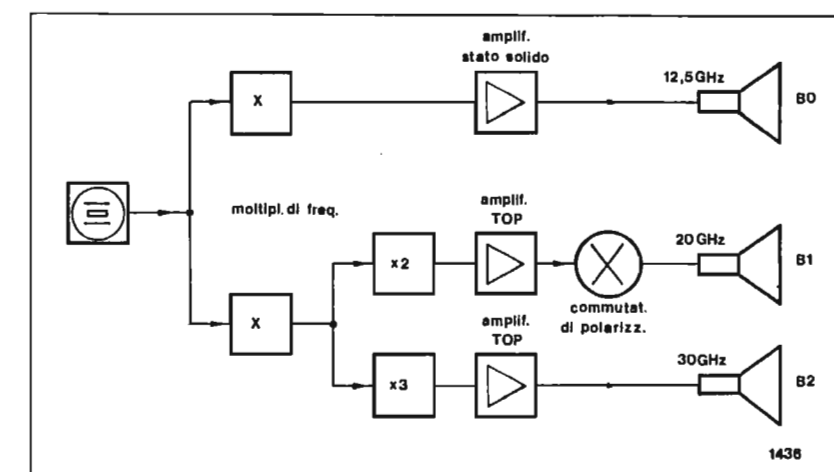



Fig. 10 — Schema a blocchi del payload « Propagazione 12/20/30 GHz ».

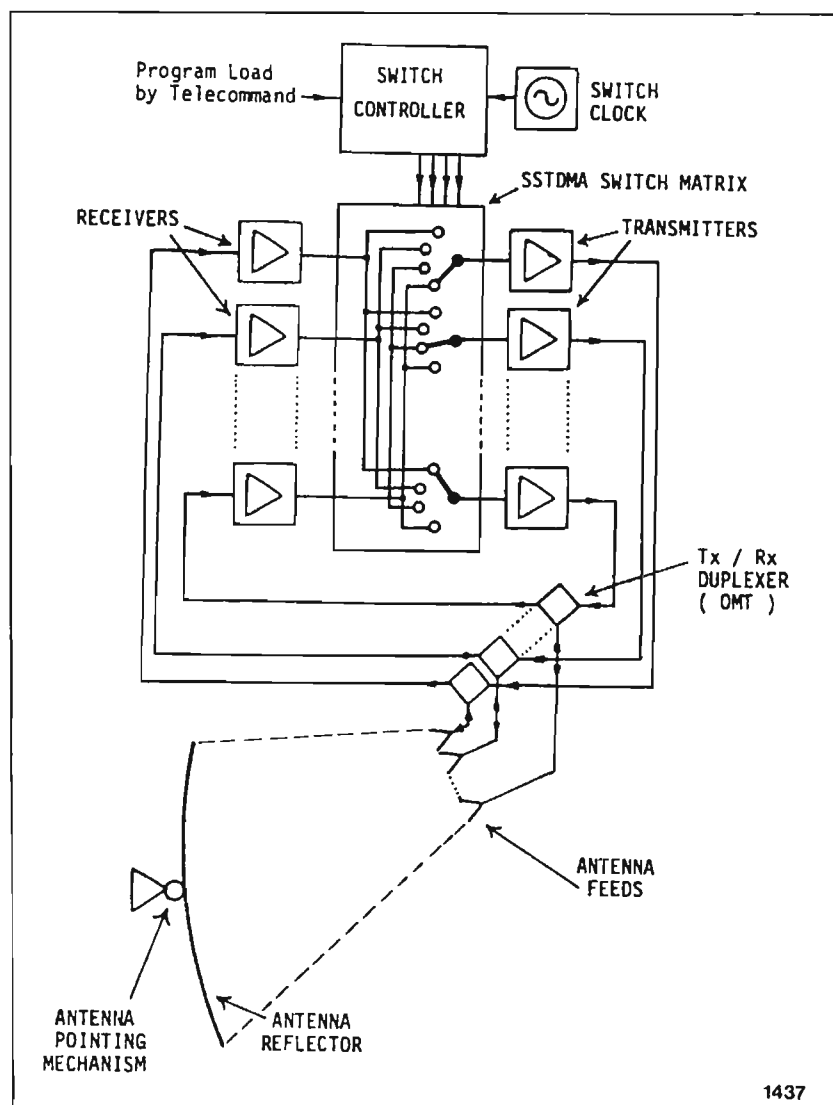



Fig. 11 — Schema del sistema SSTDMA (Satellite-Switched Time-Division Multiple Access) con matrice di commutazione.

Divison Multiple Access) che consente di risparmiare un gran numero di catene trasmittenti permettendo l'interconnessione «part-time» di qualunque coppia di fasci riceventi e fasci trasmittenti in relazione alle richieste del traffico, usando una sola catena trasmittente per fascio.

Il cuore di questo sistema è *una matrice di commutazione* a bordo del satellite (figura 11) che è in grado, millisecondo per millisecondo, di stabilire una sequenza ripetitiva di differenti interconnessioni tra ricevitori e trasmettitori. Questa sequenza di commutazione è un programma composto a terra ed inviato al satellite con telecomando, così che possa essere cambiato di volta in volta (bibl. 8).

La ristretta banda dello spettro disponibile consente solo un limitato numero di frequenze diverse per ogni canale, e poiché il riuso di polarizzazione è poco desiderabile per stazioni di terra piccole, il riuso di frequenza tra fasci con aree di copertura distanti tra loro consente (con o senza l'aiuto della discriminazione di polarizzazione) di usare lo stesso canale più volte.

Il payload per servizi specializzati è stato progettato *soprattutto* per sperimentare le possibilità offerte dal sistema SSTDMA e dal riuso di frequenza.

5.1 Configurazione del payload

Il payload comprende quattro catene riceventi e quattro trasmittenti interconnesse con matrice di commutazione SSTDMA (figura 12) che ricevono e ritrasmettono mediante un'unica antenna multifascio ricetrasmittente per coprire l'area di servizio con cinque spot (figura 13). Un sistema di puntamento consente lo spostamento in blocco delle aree di copertura (bibl. 8). La ricezione (up-link) che inizialmente era stata prevista nella banda dei 14 GHz, è stata modificata per ricevere *anche* nella banda dei 13 GHz, quando la precedente è impegnata, secondo il piano di frequenze indicate nella Tabella 7 con il seguente programma:

Tabella 7.
Piano delle frequenze per il payload servizi specializzati.

	Up-link [MHz] 13 GHz	Up-link [MHz] 14 GHz	Down-link [MHz] 12 GHz	Larghezza di banda del canale [MHz]
Canale 1A	13 175,0	14 100,0	12 525,0	18
Canale 2A	13 200,0	14 125,0	12 550,0	18
Canale 1B	13 180,0	14,105,0	12 530,0	27
Canale 2B	13 220,0	14 145,0	12 570,0	27

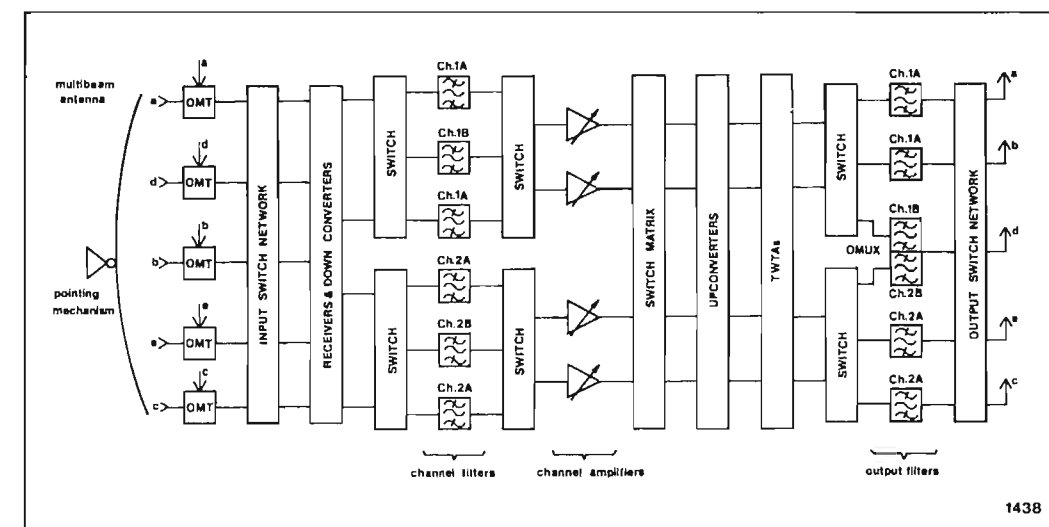



Fig. 12 — Schema a blocchi del payload «Servizi specializzati 12/14 GHz». Comprende quattro catene riceventi e quattro trasmittenti interconnesse con matrice di commutazione SSTDMA. L'antenna ricetrasmittente è del tipo «multifascio» su cinque spot.

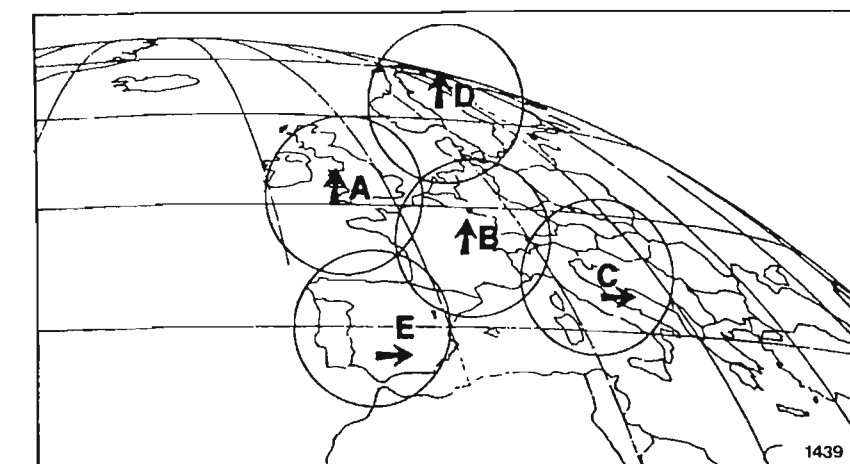



Fig. 13 — Area di copertura del payload «Servizi specializzati 12/14 GHz». Un sistema di puntamento sposta in blocco i cinque spot. È indicata la polarizzazione del down-link. Nell'up-link è ortogonale.

1) Gli esperimenti SSTDMA possono usare fino a quattro cantene ripetitrici, ognuna operante su diversi fasci scelti mediante i commutatori di entrata e di uscita. Tutte usano canali da 18 MHz di banda per la trasmissione di un flusso a 24,576 Mbit/s PSK 4 fasi in TDMA. Due catene ripetitrici riusano la stessa frequenza (can. 1A) e altre due l'altra frequenza (can. 2A). Le varie frequenze di oscillatore locale del down-converter e nell'up-converter hanno valori tali da poter disporre di quattro segnali alla stessa frequenza intermedia (825 MHz); la stessa che la matrice di commutazione SSTDMA può usare per lo scambio del traffico tra catene diverse.
Il payload è stato progettato per operare, con buon margine di sicurezza, in SSTDMA a 24,576 Mbit/s mediante stazioni terminali fisse di terra con antenne da circa 3 m di diametro; ricevitore con figura di rumore F = 1,5 ÷ 2 dB; potenza di uscita all'antenna di 200 ÷ 250 watt.
Per gli altri esperimenti due catene ripetitrici possono essere commutate sui canali a banda larga 1B e 2B.

2) Per gli esperimenti multipunto di video teleconferenze in FDMA è stato proposto di usare fino a quattro portanti a 8,448 Mbit/s, due per ogni canale a banda larga (can. 1B e 2B). I due canali, ricevuti su un unico fascio, sono separati all'entrata subito dopo l'amplificatore a basso rumore e ricombinati in uscita (OMUX) sullo stesso fascio: ciò consente una «tavola rotonda» in video teleconferenza tra quattro località (oppure due separate conferenze tra due località) su scala internazionale (bibl. 8).

3) Mediante i canali a banda larga (27 MHz) 1B e 2B è possibile trasmettere a piena banda fino a due segnali TV/FM; uno o entrambi possono essere trasmessi in uno qualsiasi dei quattro fasci scelti fra i cinque disponibili. La copertura richiesta può essere ottenuta ripuntando il gruppo di fasci in blocco sul territorio desiderato mediante telecomando.

Nella Tabella 8 sono indicati alcuni parametri del payload.

Tabella 8.
ALCUNI PARAMETRI RELATIVI AL PAYLOAD SERVIZI SPECIALIZZATI 12/14 GHz

	EIRP [dB(w)]	G/T[1] [dB(K⁻¹)]
Copertura centrale entro 0,8°	46,6	4,5
Piena copertura 1,3°	43,2	0,5

(1) Nel modo "video teleconferenza" i valori di G/T sono peggiori di 0,9 dB (bibl. 8)

(3836)

RINGRAZIAMENTI

L'autore ringrazia l'ing. Giovanni Cedrone della Selenia Spazio per le informazioni tecniche che gentilmente gli ha fornito, dietro richiesta. Inoltre ringrazia il dott. Luigi Torre, anch'egli della Selenia Spazio, che gli ha cortesemente fornito la fotografia della copertina.

BIBLIOGRAFIA

1. - *Atti Finali della Conferenza Amministrativa Mondiale delle Radiocomunicazioni per la Radiodiffusione da satellite.* UIT, Ginevra 1977.

2. - TOMATI L.: *La pianificazione di un sistema di radiodiffusione televisiva da Satellite.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 5, 1977.

3. - MERTENS H.: *Satellite broadcasting. Design and planning of 12 GHz system.* «Quaderno tecnico 3220 EBU», marzo 1976.

4. - CEDRONE G., TROMBETTA B.: *Carico utile di Diffusione Televisiva Diretta. Aspetti tecnologici e di sistema. Riena,* «Atti 35° Compresso per l'Elettronica», 1988.

5. - CEDRONE G, PEDONE A.: *Il ripetitore TV per Olympus. Caratteristiche e prestazioni. Riena,* «Atti 32° Congresso per l'Elettronica», 1985.

6. - PACINI G. P., VITALONE R.: *La ricezione televisiva diretta da satellite nell'attuale progresso tecnologico.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1988.

7. - PACINI G. P.: *Ricevitore per televisione diretta da satellite: Unità Esterna.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1985.

8. - ESA: «Olympus Users' Guide: UG-6-1-S Executive Summary» Issue 3, June 1988.

9. - ESA: «Olympus Users' Guide: UG-6-1, Part 3 — Broadcast Mission» Issue 2, Rev. n. 1, April 1986.

10. - ESA: «Olympus Users' Guide: UG-6-1, Part 4 — 20/30 GHz Communications Payload» — Issue 3, February 1988.

11. - PACINI G. P.: *Antenne riceventi per diffusione diretta da satellite.* «Elettronica e Telecomunicazioni», in questo numero.

12. - PACINI G. P.: *Ricezione del satellite Olympus in Europa e nel bacino del Mediterraneo.* «Elettronica e Telecomunicazioni», in questo numero.

13. - MORO G., GARAZZINO G., TABONE D., BLANCHIETTI G.: Sperimentazione TV su Olympus: Caratteristiche del segnale irradiato. «Elettronica e Telecomunicazioni», in questo numero.

SPERIMENTAZIONE DEI SERVIZI DDS MEDIANTE IL SATELLITE OLYMPUS

ENZO CASTELLI*

SOMMARIO — La RAI è tenuta per gli obblighi della convenzione RAI-Stato alla sperimentazione, sul canale assegnatole del satellite Olympus, dell'intero processo di produzione, trasmissione, diffusione e ricezione televisiva e radiofonica, incluso il sistema di alta definizione. La sperimentazione sarà varia ed articolata, prevedendo programmi multilingue sia con sistemi multiaudio che con sottotitoli in teletext; il sistema utilizzato sarà ancora il PAL, ma con l'aggiunta di varie sottoportanti audio. Il palinsesto sperimentale conterrà sei ore quotidiane di televisione «generalizzata», due ore di televisione educativa, servizi mirati per pubblici ristretti, anche con codificazione del segnale e ricezione a pagamento. La radiofonia avrà largo spazio, sarà numerica di alta qualità con copertura di tutto il Paese ed oltre. Saranno inoltre sperimentali altri sistemi: MAC, HD-MAC, sistemi numerici e servizi telematici radiodiffusi. La sperimentazione RAI sarà impostata sull'uso polifunzionale del satellite.

*SUMMARY — **Experiments of DBS services by OLYMPUS satellite.** The RAI is bound to carry out experiments on the Olympus satellite channel on the whole process of production, transmission, radio and TV broadcasting, included the HDTV system, in order to meet the commitment RAI-State. The experiments will be various and articulated, providing multilingual programs both with multisound systems and teletext subtitles. The system will be PAL, but with a number of sound subcarriers added. The experimental scheduled programming will foresee daily six hours of general TV, two hours of educational TV, services dedicated to a narrow audience, also with signal coding for experiments of pay TV reception. Plenty of room will be left for radiophony experiments, which will be digital of high quality. Other systems will be also considered: MAC, HD-MAC, and digital systems as well as broadcast telematic services, since the RAI esperiments will be based on the multipurpose utilization of the satellite.*

1. Gli obblighi di convenzione RAI-Stato

Fin dal 1981 la convenzione tra il Ministero delle PP.TT e la RAI prevedeva, tra gli altri obblighi della concessionaria nel campo delle nuove tecnologie, anche la sperimentazione della diffusione diretta da satellite (DDS); nello stesso anno (ottobre 1981) l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) varava il progetto di un satellite dimostrativo per nuovi servizi di telecomunicazione, inclusa la DDS, in seguito denominato «Olympus». Negli anni immediatamente successivi, sia l'Amministrazione delle PP.TT sia la RAI, si adoperavano concretamente perché un ripetitore dell'Olympus fosse dotato delle caratteristiche previste per l'Italia dalla Conferenza di Ginevra del 1977 (WARC '77) in previsione di impiegarlo per la sperimentazione.

Oggi, con il lancio del satellite coronato dal successo (12 luglio 1989), può considerarsi perfezionato l'obbligo della RAI a farne uso, nei modi definiti in modo molto circostanziato dalla nuova convenzione (1° agosto 1988).

La Convenzione tra il Ministero PP.TT e la RAI descrive dettagliatamente, in un apposito articolo (n. 12), l'estensione dell'impegno della RAI nella diffusione diretta da satellite; esso precisa:

a) che le tecnologie da sperimentare riguardano l'intero processo della comunicazione «produzione, trasmissione, diffusione e ricezione» ed includono il sistema ad alta definizione;

b) che la programmazione con cui alimentare il canale dell'Olympus deve essere sia radiofonica, sia televisiva e anch'essa deve essere sperimentata sull'intero processo dell'offerta («tipologia di programmi, palinsesti, ipotesi di esercizio e di gestione»);

c) che, al termine del periodo di sperimentazione, la RAI si dovrà impegnare a introdurre il servizio operativo.

Quest'ultima indicazione dell'art. 12 della Convenzione risulta di estrema importanza; da un lato essa postula un impegno anche da parte dell'Amministrazione (che infatti dovrà concordare con la concessionaria «caratteristiche, condizioni e modalità» del servizio operativo); dall'altro, finalizza l'attività sperimentale e le conferisce un obiettivo di utilità generale.

6. L'accordo ESA-RAI

Un accordo stipulato tra l'Agenzia Spaziale Europea e la RAI (23 Novembre 1984) prevede modalità e tempi dell'utilizzazione del ripetitore Olympus, oggetto di un precedente parere positivo del Consiglio Superiore Tecnico delle PP.TT (Marzo 1984).

I termini principali dell'accordo sono i seguenti:

(*) Ing. Enzo Castelli Direttore della Unità Operativa per i Nuovi Servizi della RAI.
Dattiloscritto pervenuto alla redazione il 9 ottobre 1989.

a) l'Agenzia mette a disposizione esclusiva della RAI il ripetitore per cinque anni per realizzare misure, esperimenti, dimostrazioni per la preparazione di nuovi servizi sperimentali e pre-operativi;
b) la RAI assume la responsabilità della pianificazione e della conduzione degli esperimenti comunicando all'ESA il piano di utilizzazione del ripetitore e si impegna alla utilizzazione massima della capacità del ripetitore;
c) la RAI deve fare in modo che la stazione di terra sia disponibile fin dal momento della messa in servizio del satellite;
d) nel caso in cui la RAI non utilizzi il canale secondo le modalità fissate dall'accordo, l'ESA notificherà alla RAI di conformarvisi entro 6 mesi, pena la nullità dell'accordo stesso.

3. Valori della sperimentazione

Dalla natura e ampiezza di questi obblighi, si evince che la sperimentazione RAI su Olympus ha dunque tutte le caratteristiche di un'operazione strategica aziendale e più precisamente di una strategia di sviluppo; essa concerne infatti il futuro dell'azienda in termini di:

— aumento quantitativo e innovazione delle prestazioni
— miglioramento qualitativo di prestazioni tradizionali
— espansione del mercato e dei circuiti distributivi.

Tuttavia nello stesso tempo occorre rilevare che la sperimentazione che la RAI sta avviando non può pretendere di prefigurare una successiva situazione di servizi «a regime» via satellite: non lo consentono la disponibilità di un solo canale, la mancanza di un satellite di riserva, le ridotte disponibilità finanziarie che l'azienda potrà destinare, in questa fase sperimentale, alla sperimentazione. La fase operativa potrà iniziare soltanto con un sistema di satelliti nazionali (progetto SARIT).

La sperimentazione Olympus può inoltre costituire anche lo stimolo per iniziative imprenditoriali «pilota»; per un contributo al legislatore, all'Amministrazione pubblica per orientare le scelte dei prossimi anni in ordine all'evoluzione del sistema nazionale, una occasione per misurarsi con l'offerta televisiva in un contesto europeo vivace e competitivo.

Pertanto, la RAI non intende affrontare l'impegno dell'utilizzazione sperimentale di Olympus solo come un obbligo, il che conferirebbe all'iniziativa un «basso profilo», ma ha piuttosto l'intenzione di tradurre l'obbligo di sperimentare in una positiva azione di sviluppo su vari fronti.

Infatti la RAI è convinta che l'operazione Olympus sia in grado di esercitare un coinvolgimento di comparti industriali di rilevanza strategica e potenzialmente in espansione: l'elettronica civile, l'informatica, accanto alla stessa industria dei programmi e, in senso lato, del software, nella quale il radiodiffusore ha un ruolo trainante specifico. Grave è il rischio di una emarginazione dell'industria italiana da una delle prospettive di sviluppo più rilevanti nel prossimo decennio: il rinnovo del parco dei ricevitori e più in generale, degli apparati di ricezione, decodificazione, registrazione domestica. Nel settore dell'elettronica civile la RAI sta svolgendo anche un ruolo particolarmente attivo nel proporre una presenza non subalterna dell'industria italiana in organismi consortili europei intesi ad elaborare i nuovi standard di produzione e di diffusione, o l'impiego di altre tecnologie avanzate nella produzione audiovisiva.

Inoltre la RAI ritiene che la sperimentazione su Olympus apporterà informazioni preziose, su potenzialità, costi, problemi e risorse di una gestione italiana della DDS, agli organi pubblici di decisione, in vista di un sistema italiano di DDS. Tale contributo sarebbe incompleto, se la sperimentazione non si realizzasse «a tutto campo», cioè usando tutte le potenzialità di un satellite di elevata potenza.

Infine non può essere trascurato l'aspetto transnazionale della sperimentazione in quanto la DDS è strutturalmente transnazionale (grande area di copertura) e ciò giustifica una programmazione capace di attivare anche una «audience» europea, da cui arrivano segnali di una aspettativa su una offerta di elevata qualità come è nella tradizione della RAI.

4. Articolazione e contenuti dei programmi sperimentali

La sperimentazione della RAI è impostata soprattutto su un uso polifunzionale del satellite, nel quale sono inclusi:

— programmi televisivi mirati, anche con codificazione del segnale e ricezione a pagamento;
— programmi televisivi multilingue destinati al grande pubblico sia con sistemi multiaudio che con sottotitoli in teletext;
— programmi radiofonici, anch'essi con qualità migliorata;
— servizi telematici radiodiffusi.

Per quanto riguarda la programmazione destinata al grande pubblico la RAI intende perseguire obiettivi d'interesse generale nella consapevolezza di essere uno dei pochi servizi pubblici che, in Europa, hanno a disposizione un canale DDS che ha un'area di diffusione che comprende Paesi grandi e piccoli dell'Europa occidentale e orientale, del bacino del mediterraneo, in cui la ricezione può avvenire con antenne paraboliche di ragionevoli dimensioni.

Accanto alla polifunzionalità, dunque, la seconda caratteristica della sperimentazione RAI su Olympus è quella della dimensione internazionale, con particolare riguardo ad un'apertura verso i Paesi, compresi nell'area di diffusione, che non utilizzeranno un proprio satellite.

La vocazione transnazionale del mezzo di diffusione, in altri termini, non vuole esprimersi considerando i Paesi minori come terreno di conquista commerciale o culturale, né con forzature internazionaliste nella scelta di programmi italiani, bensì nel dar modo agli organismi pubblici di questi Paesi di diffondere con il canale RAI in una vasta area multinazionale e multilingue, una selezione delle loro produzioni audiovisive (spesso eccellenti e misconosciute), e le loro notizie più rilevanti. A tal fine già si sono intavolate trattative con undici organismi pubblici che potrebbero essere interessati a tale offerta.

5. Il palinsesto sperimentale e le ricerche di mercato

La programmazione televisiva propriamente detta, si combina con la molteplicità di servizi, in una nuova accezione di «palinsesto» sperimentale.

Si tratta, ovviamente, di una prima ipotesi di lavoro, soggetta programmativamente a flessibilità e correttivi, accompagnata, non a caso, da una ricerca di mercato basata sul monitoring costante di un campione permanente, di famiglie e di organismi (imprenditoriali, formativi, professionali), prevalentemente dislocati in Italia, ma integrati da punti di osservazione significativi in altri Paesi.

Le «24 ore su 24» di utilizzo del satellite si articolano perciò, in generi televisivi, in esperimenti e servizi di diversa natura, tutti tendenzialmente innovativi e di potenziale interesse multinazionale.

In sintesi, il nuovo «palinsesto sperimentale» comprende:

— radiofonia di elevata qualità, che sarà attivata non appena saranno chiari gli orientamenti dell'industria dei ricevitori;
— due ore quotidiane di televisione educativa, cui sono molto interessati l'Agenzia Spaziale Europea e numerosi altri organismi nazionali e internazionali;
— sei ore quotidiane di televisione «generalizzata», comprendente selezioni (ragionate ed eventualmente attualizzate) di programmi dell'archivio RAI, selezioni di programmi di altri Paesi, appuntamenti con sport, musica, cinema di qualità ed inedito; alcuni grandi eventi, in diretta o comunque in «anteprima televisiva», di spettacolo, sport, attualità;
— servizi mirati, per pubblici ristretti, interessati a servizi specialistici che possono andare dallo scambio di informazioni scientifiche alla fornitura di software informatico, dall'aggiornamento tecnico-professinale all'informazione di categoria. È in questo settore che è possibile applicare la codificazione del segnale, ricevibile con decodificatori accessibili sul mercato, atta a riservare a gruppi ristretti, eventualmente a pagamento, determinate prestazioni; i servizi mirati si combinano perciò con la telematica radiodiffusa, che ha il suo valido precedente nazionale nel «Televideo», anch'esso, del resto, destinato alla più ampia diffusione su Olympus;
— sperimentazioni tecniche, con le quali verificare la ricezione e la qualità dei segnali, a diverse distanze, con diversi apparati di ricezione e con diverse norme tecniche di trasmissione.

6. Obiettivi della ricerca e della sperimentazione tecnica

Lo spazio del palinsesto riservato alla sperimentazione tecnica evidenzia la rilevanza di questa attività, in quanto i suoi risultati coinvolgono, nel breve, medio e lungo termine, l'industria e il mercato dell'hardware e quindi settori industriali ben più ampi di quelli della produzione televisiva.

In sintesi gli obiettivi della sperimentazione tecnica sono:

— verificare l'adattabilità delle diverse norme di diffusione per la DDS ai vari servizi previsti: programmi radiofonici, programmi televisivi in chiaro e criptati e servizi telematici radiodiffusi;
— esaminare il comportamento delle norme proposte allo studio in varie condizioni di ricezione e quindi definire le specifiche per i satelliti operativi e per i sistemi riceventi sia individuali che collettivi;
— individuare i tempi di sviluppo industriale in Italia dell'hardware di ricezione e il prevedibile andamento dei costi al fine di meglio definire le strategie di sviluppo dei servizi.

In particolare la sperimentazione tecnica si articola nelle seguenti ricerche fondamentali:

a) definizione della configurazione ottimale della norma PAL apportando le integrazioni necessarie (canale stereo, portante numerica) per soddisfare alle necessità della sperimentazione dei programmi e dei servizi;
b) esame dello sviluppo dei sistemi della famiglia MAC e dell'hardware ricevente con particolare riferimento alla utilizzazione del multiplex audio-dati (pay-tv, audio, teletext, servizi telematici) e al formato dell'immagine;
c) verifica delle prestazioni della norma HD-MAC proposta da Eureka 95 (qualità dell'immagine, capacità audio-dati, compatibilità con le norme MAC, dimensionamento dell'impianto ricevente);
d) ricerche sul miglioramento della qualità della norma PAL, con interventi sulla generazione dei segnali;
e) ricerche sulla diffusione di segnali televisivi numerici, sia a 625 linee che di tipo HDTV, per contribuire alla pianificazione della diffusione numerica via satellite su nuove bande (programmi di studio del CCIR);
f) sperimentazione della diffusione radiofonica numerica multicanale di elevata qualità.

7. La scelta della norma di diffusione per la fase sperimentale

a) Per i sistemi operativi DDS la direttiva CEE in vigore fino al 1991, raccomandava l'uso di un «membro» della famiglia delle norme MAC, ciò solo per i sistemi DDS che siano «operativi». Attualmente solo gli otto canali DDS dei satelliti TRF1 e TV-SAT2 utilizzano la norma D2-MAC.
Inoltre, a partire dal prossimo anno, dovrebbero essere attivati dalla società inglese BSB tre canali operativi con la norma D-MAC per servizi Pay-TV; mentre la BBC Enterprise, che si proponeva di usare la norma D-MAC sul secondo canale Olympus, sta considerando l'opportunità di iniziare in PAL poiché svolgendo come la RAI, attività sperimentale, non è obbligata ad applicare la direttiva CEE. La norma PAL e la più diffusa in Europa nelle trasmissioni via satellite: infatti, essa è usata oggi su quaranta canali di distribuzione a «quasi» DDS (ormai ricevibili nell'Europa centrale con antenne di diametro intorno a 80 cm) che passeranno a circa cento canali agli inizi degli anni '90.
b) Gli utilizzatori attuali e potenziali delle norme MAC non hanno adottato criteri omogenei di impiego delle

norme per quanto riguarda il numero di canali audio, la collocazione del televideo, la diffusione dati, le norme per il criptaggio e il formato dell'immagine (16/9 o 4/3). In assenza di un approccio comune, i fabbricanti sono costretti a progettare simultaneamente vari prodotti per i diversi mercati, con aumenti di costi dei singoli apparati; inoltre, per ragioni tecniche e commerciali, non si avranno nel prossimo futuro decodificatori MAC multistandard; essenzialmente si avranno decodificatori D2-MAC e D-MAC.
L'attuale mancanza di chips in notevoli quantità, sia per i ricevitori D2-MAC e in particolare per quelli D-MAC, ritarderà l'inizio effettivo di molti dei servizi richiesti dai vari utilizzatori MAC.

c) Secondo un'indagine sulla disponibilità sul mercato europeo, e in particolare nell'area di diffusione del canale RAI, nel corso del prossimo anno, di apparati per la ricezione delle emissioni da satellite, emerge che:

- c'è una ampia disponibilità di unità interne per la ricezione di canali ECS, Eutelsat, Intelsat ed ASTRA che trasmettono con la norma PAL;
- c'è una più limitata disponibilità di unità interne bistandard PAL/MAC-D2 (però nella versione carente del MAC, cioè con i soli canali audio ed alcune linee televideo per sottotitolature) e di unità interne PAL cosidette «MAC compatibili», aventi un'uscita in «banda base» collegabile ad un decodificatore MAC separato;
- tutte le unità interne prevedono o contengono già sia un'uscita a RF sui canali VHF e UHF con norma PAL per alimentare l'ingresso di antenna dei televisori esistenti sia una uscita video per il collegamento alla presa SCART;
- sono diffuse le unità interne che ricevono anche l'audio stereo secondo il sistema Wegener (due sottoportanti separate per i canali A e B);
- non essendoci in Europa uno standard unico di criptaggio per la pay-tv le unità interne sono solo predisposte.

I ricevitori integrati (con sintonizzatore per satelliti incorporato) sono allo stadio di esemplari e saranno disponibili sul mercato a partire dalla metà dell'anno prossimo; essi possono ricevere i programmi da satellite sia nella norma D2-MAC (formato 16/9 o 4/3), che PAL.
Da quanto detto si può concludere che mentre la norma di diffusione PAL arricchita con sottoportanti dispone già di un hardware di ricezione abbastanza diffuso e consolidato, all'interno del campo della norma MAC si verifica l'inizio di una fase evolutiva incerta, specie per le prosettive di sviluppo della norma D-MAC.

d) Poiché la sperimentazione sull'offerta dei programmi e dei servizi mediante il satellite Olympus non può che iniziare con una norma che abbia una uniforme, consolidata ed economica modalità di impiego nella maggior parte della vasta aerea di copertua del satellite, considerando la situazione attuale in Europa delle norme e dell'hardware relativo, la scelta è caduta sulla norma PAL (del resto già utilizzata per le trasmissioni di RAI UNO e RAI DUE su ECS).
Pertanto, l'eventuale passaggio alla norma MAC nel corso della fase sperimentale, che dovrebbe, come si è detto, estendersi fino al 1992, sarà rimandata ad un ulteriore esame consistente nella verifica della evoluzione delle applicazioni degli apparati e soprattutto della risposta del mercato che per il momento ha prospettive incerte.

e) La posizione della RAI sulla norma da impiegare nel corso delle sperimentazioni con Olympus è stata presentata all'ANIE, che la condivide.
Emerge quindi l'opportunità che le unità interne per ricezione individuale prodotte in Italia siano in PAL e predisposte per la ricezione MAC, cioè abbiano un'uscita in banda base per il collegamento ad un'eventuale futuro decodificatore MAC.

f) Le ricerche effettuate dalla RAI sull'impiego della norma PAL per la fase sperimentale, hanno dimostrato che le esigenze della programmazione potranno essere soddisfatte con una configurazione della banda base trasmessa, consistente in:

- un segnale video codificato PAL
- una portante audio a 6,6 MHz per l'audio principale TV
- due sottoportanti audio a 7,02 MHz e 7,20 MHz secondo il sistema Wegener
- una sottoportante a circa 8 MHz per il multiplex numerico Nicam 728.

Altri dettagli tecnici sono riportati a pag. 96 di questa stessa rivista.
Tale configurazione corrisponde, per quanto riguarda la parte analogica, a quella adottata dalla maggioranza dei canali operanti su satelliti ECS, ASTRA e KOPERNIKUS.
Essa consente:

- di introdurre, sin dall'inizio delle trasmissioni, programmi stereo o bilingue utilizzando le sottoportanti Wegener. La ricezione sarà possibile con i molti sintonizzatori in produzione, ad esempio con quelli per Astra;
- di introdurre sottotitolature ed informazioni multilingue con il Televideo;
- di utilizzare la sottoportante numerica Nicam 728 per sperimentare servizi telematici ad alta capacità e la trasmissione di un programma musicale di altissima qualità destinato a utenze speciali.

Per quanto riguarda la ricezione del Televideo (Teletext B), non esiste difficoltà nelle aree ove è stata adottata la norma Teletext B (Svizzera, Austria, Germania, Danimarca); infatti i ricevitori PAL da satellite attualmente sul mercato forniscono in uscita il segnale PAL, preservando il Teletext nella cancellazione di quadro, sia in banda base che in radiofrequenza (su un canale VHF/UHF).
Il segnale PAL, in radiofrequenza viene normalmente utilizzato per la distribuzione negli impianti condominiali: il Televideo può essere ricevuto anche in questo caso utilizzando il decodificatore incorporato nel televisore domestico alimentato attraverso la presa d'antenna (in radiofrequenza).
I programmi RAI contenenti il Televideo saranno quindi potenzialmente ricevibili in tutti i paesi europei serviti dall'Olympus, ad eccezione della Francia dove l'utenza domestica è normalmente equipaggiata con televisori Secam con sistema ANTIOPE per il Teletext.
La ricezione del programma sperimentale in Francia porrà quindi le stesse problematiche già esistenti per la ricezione di RAI UNO via ECS[1].
La configurazione scelta dalla RAI, oltre a utilizzare lo stesso multiplex audio previsto per i canali ECS, consente di aggiungere la sottoportante numerica per la norma Nicam 728.
Il sistema Nicam 728 è stato sviluppato dall'UER in collaborazione con l'industria europea e adottato dal CCIR come uno sei sistemi per la trasmissione dell'audio principale TV stereofonico sulle reti terrestri; tale sistema è già stato introdotto sulle reti inglesi e dei paesi nordici.
Tuttavia il sistema Nicam si presta ad un impiego flessibile in quanto offre le seguenti possibilità alternative:

- un canale audio stereofonico
- due canali audio indipendenti (es. bilingue)
- un canale monofonico e un canale dati a 352 Kbit/s
- un canale dati a 704 Kbit/s

I canali audio sono di elevata qualità, grazie alla codifica numerica (14 bit compressi a 10 bit).
Il canale dati (704 Kbit/s) offre una capacità trasmissiva molto elevata per futuri servizi telematici, equivalente a quella di tre reti Televideo terrestri che utilizzano 12 righe video per la trasmissione.

g) I risultati delle misure effettuate nel Centro Ricerche RAI con la configurazione adottata confermano sostanzialmente le conclusioni della WARC '77 sulla qualità del servizio; infatti, con l'aggiunta delle sottoportanti non si è riscontrato alcun apprezzabile degradamento rispetto alla condizione con la sola sottoportante audio principale.
Le condizioni di ricezione del canale RAI sono riportate nella figura 3 di pag. 95 di questa rivista.

In conclusione, l'uso delle norme PAL per la fase sperimentale, assicura immediatamente le migliori condizioni di ricevibilità in Europa del programma italiano, e in più permette l'impiego incondizionato del Televideo in tutti i paesi che utilizzano la nostra norma.

(1) Si fa notare comunque che, in Francia, alcuni programmi televisivi da satellite vengono irradiati in PAL; è questo il caso di Canal J su Telecom 1C e TV5 su ECS.
La ricezione di segnali PAL da parte dell'utenza televisiva francese sarà possibile quindi qualora si diffondano i televisori PAL/Secam con decodificatore teletext bistandar, che possano essere connessi al sintonizzatore da satellite, oppure sintonizzatori da satellite di nuova concezione con decodificatori PAL e Teletext incorporati in grado di fornire in uscita i segnali R, G, B da inviare al televisore attraverso la presa SCART.
Questa soluzione è già adottata nei sintonizzatori per la ricezione di segnali D2-MAC.

Fig. 1 — Il satellite Olympus è un grande satellite sperimentale di telecomunicazioni, la sua apertura «alare» (pannelli con celle solari) misura oltre 25 metri e mezzo ed ha una massa in orbita di circa una tonnellata e mezza. È posto in orbita geostazionaria ad una longitudine il 19° ovest. È equipaggiato con due canali TV per diffusione diretta di cui uno affidato alla RAI. A bordo vi sono inoltre vari apparati per le sperimentazioni a frequenze molto elevate (20 ÷ 30 GHz).

(1497)

Fig. 2 — Antenne per la ricezione da satellite (poste sul terrazzo del Centro Ricerche RAI). Si noti la differenza di grandezza tra quelle per la ricezione di satelliti di collegamento tipo ECS e quella per la diffusione diretta da satellite DDS (la più piccola in basso a sinistra).

8. Sperimentazione sui sistemi MAC

Si è detto che la prospettiva della produzione di apparati MAC che sfruttano pienamente le possibilità offerte da questa norma è incerta per tre motivi: la non uniformità delle proposte degli utilizzatori; la lentezza dello sviluppo di circuiti integrati, l'indebolimento delle richieste del mercato dell'Europa centrale dovuto soprattutto al fatto che i programmi emessi in MAC dal TV-SAT tedesco saranno duplicati sul satellite Kopernikus in PAL.

Per quanto riguarda lo sfruttamento completo della potenzialità dei sistemi MAC, sono rilevanti i seguenti aspetti:

- il multiplex suono-dati dei sistemi MAC come è noto si presta a molteplici utilizzazioni:
  - gestione dell'accesso condizionato per la pay-tv
  - audio multicanale
  - diffusione dati e Televideo

  La ripartizione della piena capacità del multiplex fra queste varie utilizzazioni potrebbe essere controllata dinamicamente, ma al riguardo si hanno ancora scarse notizie.
- I sistemi di criptaggio per il MAC proposti dall'industria sono tre:
  - Eurocrypt M
  - Eurocrypt S
  - Videocypher

  Se la scelta non convergesse su un solo sistema, l'industria si troverebbe nella situazione di offrire sistemi di decodifica per la pay-tv separati dal ricevitore.
- trasmissione con formato 16/9 compatibile: questo formato può essere sfruttato nei futuri ricevitori integrati aventi un cinescopio panoramico. Per usare invece i ricevitori attuali, il canale dati del MAC consentirebbe di segnalare all'unità interna questo tipo di trasmissione e l'utente, operando sulla stessa unità interna potrebbe ricondurre un formato 16/9 a quello 4/3 dei ricevitori attuali; si possono avere due soluzioni:

a) taglio di due porzioni laterali dell'immagine 16/9 e adattamento della scansione orizzontale;
b) mantenimento dell'immagine intera, con riduzione dell'ampiezza verticale.

La scelta di uno o dell'altro metodo di operare può avere significative ripercussioni sul modo di fare la produzione con immagine 16/9, per la quale, peraltro, occorrono importanti trasformazioni degli impianti; solo i canali DDS che trasmettono film possono immediatamente fornire un segnale MAC con fomato 16/9, dato che i film hanno lo stesso formato.

Queste rilevanti problematiche sullo sviluppo del MAC, suggeriscono un attento esame delle soluzioni industriali che potranno essere adottate dai costruttori europei, e di una serie di verifiche tecniche che potrebbero entrare nel programma di sperimentazione tecnica con il satellite Olympus.

È anche opportuno tenere presente che lo sfruttamento della completa potenzialità della norma MAC può non essere portato a termine per effetto dell'avvento di servizi in alta definizione con la norma HD-MAC.

9. Ricerche sulla norma HDTV europea

È opinione della RAI che la fase operativa della DDS, prevista a partire dal 1993 con un sistema di satelliti Sarit in orbita e uno di riserva a terra, per avere successo, dovrebbe anche coincidere con l'introduzione di una innovazione tecnologica che permettta di ottenere un decisivo salto qualitativo dell'offerta televisiva via satellite distinguendola da quella straordinariamente abbondante delle reti di terra private, ma sviluppatasi con un salto tecnologico nullo: tale innovazione è portata dalla televisione ad alta definizione (HDTV).

Secondo il programma Eureka 95, nel 1992 è prevista la definizione completa delle norme HD-MAC e quindi l'inizio della fase industriale per la produzione in serie dei ricevitori.

La confluenza di due sviluppi così importanti come la DDS operativa e l'HDTV costituirà per l'industria aerospaziale, delle telecomunicazioni e dell'elettronica di consumo un'occasione straordinaria di rinnovamento tecnologico e di apertura di nuovi mercati anche internazionali.

Quindi, la partecipazione delle forze produttive italiane dei settori interessati allo sviluppo del sistema HDTV europeo assume una valenza strategica e politica ormai riconosciuta unanimamente in Italia: così, per iniziativa della RAI, si è costituito un consorzio industriale, con la partecipazione della stessa RAI, della Selenia, della Seleco, della Philips italiana ed estendibile ad altre industrie, che si è candidato al posto disponibile nel direttivo di Eureka 95.

La partecipazione della RAI al consorzio che, grazie all'intervento di vari Ministeri sta per essere accolto nel direttivo Eureka 95, consentirà anche di orientare meglio i programmi di Eureka 95 verso le soluzioni sistemistiche più convenienti ai broadcasters per l'hardware di produzione HDTV e in particolare di contribuire più efficacemente allo sviluppo delle norme HD-MAC per la diffusione DDS.

Le forze di ricerca della RAI sono, oggi, fortemente impegnate sulla HDTV con un largo spettro di attività che hanno portato a proposte apprezzate in ambito internazionale; non a caso al suo *Centro Ricerche*, attraverso un suo esperto, è stata affidata la direzione della campagna di misure comparative sui vari sistemi HDTV organizzata dalla Radiotelevisione sovietica con la partecipazione dei maggiori organismi televisivi nel mondo.

Ciò premesso, in questa sede è opportuno soltanto dettagliare quelle parti delle ricerche sulla HDTV consistente nelle verifiche di comportamento della norma HD-MAC con la diffusione via satellite. Eureka 95 ha ritenuto di dover assicurare alla norma HD-MAC la compatibilità con la norma D2-MAC, nel senso che un utente in possesso di un televisore D2-MAC sia in grado di ricevere anche il programma HDTV, sebbene a 625 linee.

Però, questo vincolo può penalizzare la ricezione sulla alta definizione, in quanto potrebbero essere necesarie antenne riceventi di maggior diametro.

Pertanto le prove tecniche che la RAI intende eseguire con il canale Olympus sono:

- esperimenti di ricezione della norma HD-MAC nelle eventuali varianti proposte, per definire le caratteristiche degli impianti riceventi;
- valutazione della capacità residua per diffusione dati e televideo e sua protezione;
- valutazione della qualità d'immagine compatibile a 625 linee per le varie soluzioni di HD-MAC, per definire il grado di qualità da imporre alla ricezione compatibile MAC.

Alcuni esperimenti di trasmissione con la norma europea saranno anche condotti in collaborazione con Eureka 95; la RAI ha già dichiarato di voler mettere a disposizione il canale Olympus e tutta l'assistenza possibile per la riuscita degli esperimenti, che potrebbero iniziare con le riprese e la trasmissione di alcune partite del Campionato Mondiale di Calcio.

10. Le ricerche sulla norma PAL migliorata

Il miglioramento della norma PAL, utilizzata estensivamente sulle reti terrestri e sui satelliti è da anni oggetto di studi con interventi, sia in fase di generazione che in ricezione.

In particolare, è possibile, usando tecniche attualmente studiate per il sistema HD-MAC, migliorare la codifica dei segnali PAL in fase di generazione, introducendo una più accurata tecnica di accorpamento delle componenti di luminanza e crominanza per evitare la formazione di segnali spuri non più rimovibili in sede di decodifica, che comporti particolari metodi di filtraggio delle componenti che consentono anche di aumentare il dettaglio del colore.

In sede di ricezione sarà possibile prevedere un decodificatore più accurato per ridurre le perdite di banda dei segnali.

L'introduzione delle migliorie in fase di produzione richiederebbe praticamente interventi in ogni punto di generazione ed è quindi difficile attuarla in senso generale e in tempi brevi.

La sperimentazione da satellite con il sistema PAL costituisce invece l'occasione per verifiche sistematiche dell'efficacia dei provvedimenti, dato che si deve intervenire solo sul modesto numero di mezzi costituenti un'isola di produzione e messa in onda per la DDS.

Questa miglioria in produzione però non può essere fatta sui programmi registrati poiché già codificati.

La ricerca ha pure una importante applicazione nel caso si debba, in futuro, utilizzare la norma MAC; infatti poiché la produzione a 625 linee rimarrà ancora in PAL, l'introduzione delle migliorie descritte sui segnali PAL permetterà una trascodifica PAL-MAC con qualità migliore.

Infine, occorre continuare le indagini sui sistemi di criptaggio e di accesso condizionato sviluppati per il PAL; attualmente esistono sette sistemi di criptaggio sul merca-

to (Dak Orion, Sat Pak, Discret 12, Pay-views, Decodex, D.A.V.E.) di cui alcuni non ancora provati in esercizio. Differiscono per la varia capacità di gestione degli utenti (da 1 a 16 milioni) per la «durezza» del criptaggio e per il costo.

La conduzione degli esperimenti di pay-tv impone una scelta, se pur provvisoria, di un sistema, possibilmente adatto anche per le reti di terra, specie per quanto riguarda la gestione.

11. Ricerche sulla codifica numerica delle immagini televisive a 625 linee e su quelle HDTV

Il *Centro Ricerche* RAI ha da tempo allo studio la codificca numerica dei segnali televisivi ed è arrivato alla conclusione che l'algoritmo più efficace per la riduzione della ridondanza delle immagini e quindi del flusso numerico in trasmissione sia la trasformata coseno (DCT).

Codificatori a 34 Mbit/s per segnali a 625 linee sono già stati sviluppati in collaborazione con la Telettra e stanno riscuotendo grande interesse anche all'estero per l'elevata qualità del segnale decodificato.

Ulteriori ricerche attraverso simulazione hanno permesso di constatare che il segnale televisivo può essere trasmesso con capacità di 15 Mbit/s conservando una qualità ottima per i circuiti di distribuzione.

Risulta evidente da queste prove la possibilità di codificare anche segnali HDTV con lo stesso algoritmo in modo da inserirlo in sistemi trasmissivi aventi una velocità di trasmissione dell'ordine di 70 Mbit/s.

Così, sempre in collaborazione con la Telettra, si è deciso di costruire alcuni co-decodificatori a 70 Mbit/s per HDTV.

Essi verranno sperimentati in occasione dei campionati mondiali di calcio per distribuire le immagini provenienti da alcune partite riprese in HDTV a centri di visione provvisti di un grande schermo, dislocati in varie città italiane.

Per questa dimostrazione si possono usare sistemi di collegamento di vario tipo, come la fibra ottica e un satellite di telecomunicazione, ma per gli alti costi e problemi organizzativi e tecnici si è deciso di usare il canale Olympus che, per l'occasione, avrà la funzione di distribuzione e non di diffusione diretta.

Una applicazione futura potrebbe essere il cinema elettronico, in cui l'attuale macchina da proiezione viene sostituita da un proiettore elettronico con sistema ricevente da satellite.

La possibilità di contenere i segnali HDTV in flussi numerici così bassi mediante apparecchiature di decodifica attualmente altamente professionali, ma riproducibili in futuro nella versione compatta per sistemi riceventi domestici ad un costo probabilmente minore di quello dei televisori per HDTV analogica, induce a prevedere che in un futuro non ancora definibile anche la diffusione diretta da satellite dell'HDTV sarà numerica. Anche le antenne riceventi, attualmente assai più grandi di quelle della DDS, potrebbero divenire in futuro, sfruttando particolari sistemi di modulazione, dello stesso ordine di quelle dalla DDS.

Il CCIR ha varato un programma di studio sui metodi di diffusione diretta da satellite con tecniche numeriche di segnali HDTV in vista della pianificazione della banda dei 20 GHz per la DDS e quindi la sperimentazione succitata con Olympus e altri esperimenti più particolari, che saranno effettuati a Torino con la stazione ascendente del *Centro Ricerche* della RAI (appositamente progettata per consentire anche la trasmissione di segnali numerici) potrà certamente approfondire le conoscenze in questo campo e portare un sostanziale contributo agli studi del CCIR.

12. La sperimentazione della radiofonia numerica

Mentre la diffusione televisiva si avvarrà di norme analogiche per molti anni ancora, le norme per la radiofonia numerica già esistono e nuovi media possono utilizzarle.

Ricordiamo la norma Nicam 728 per il suono stereo della televisione usata prevalentemente nel Regno Unito e nei Paesi Nordici; la norma DSR tedesca con cui si è iniziato il servizio con un canale del satellite Kopernikus e infine la stessa norma MAC-pachetti, che prevede anche l'uso dell'intero canale televisivo per trasmissioni radiofoniche usando lo stesso multiplex a pacchetti del canale audio-dati.

La RAI intende verificare l'interesse del pubblico per la radiofonia multicanale ad alta qualità (uguale a quella del compact-disc) con copertura totale di tutto il paese e per questo utilizzerà il sistema DSR tedesco a partire dal momento in cui saranno disponibili sul mercato i sintonizzatori che saranno messi in produzione da varie ditte.

La scelta è caduta sul DSR appunto per la prospettiva di una comoda disponibilità di apparati già nella versione consumer.

Non esistono infatti, in Europa, altre iniziative di radiofonia multicanale fondata su norme MAC.

Per sviluppare un esperimento significativo occorre disporre di mezzi di produzione e messa in onda numerici; a tal fine la RAI ha accelerato la costituzione di una «isola numerica» nel Centro di Produzione radio di Roma.

13. Conclusioni

Il canale RAI di Olympus sarà «consegnato», cioè reso disponibile alla RAI nel mese di novembre 1989; a partire da tale data si faranno verifiche tecniche degli impianti, in previsione di utilizzarli regolarmente a partire dalla metà di gennaio 1990.

Negli anni 1990 e 91 sarà effettuata, con programmazione regolare e con graduale allargamento dei servizi, la sperimentazione cui la RAI è comunque obbligata; ma essa sarà realmente utile se nel frattempo saranno state prese le opportune decisioni sui piani relativi ad un satellite italiano di diffusione diretta, operativo e multicanale e sarà stato messo a punto il sistema europeo di alta definizione con la partecipazione, a pieno titolo, dell'industria italiana come della RAI.

(3851)

ANTENNE RICEVENTI PER DIFFUSIONE DIRETTA DA SATELLITE

GIULIO PAOLO PACINI*

SOMMARIO — Nella PARTE PRIMA vengono prese in considerazione le caratteristiche generali delle antenne riceventi nel servizio DBS (Direct Broadcasting Satellite) sulla base delle norme stabilite dalla «Conferenza Amministrativa Mondiale delle Radiocomunicazioni per la Radiodiffusione da Satellite» tenuta a Ginevra nel 1977 (WARC '77) che ha pianificato questo servizio (capitolo 1). Sono quindi esaminati i fattori che consentono la protezione del segnale utile ricevuto dalle interferenze provenienti sia da altri satelliti del sistema, sia da servizi terestri che condividono la stessa banda (capitolo 2). Sono poi definite le finestre angolari di provenienza delle interferenze del sistema ed analizzate, tramite i diagrammi di riferimento proposti dal Piano, le variazioni del rapporto portante/interferenza al variare del diametro di antenna o al variare del flusso di potenza a terra, anche nel caso di segnali deboli (capitolo 3). Viene poi descritta un'applicazione pratica di quanto premesso nel caso di ricezione di segnali deboli con impianto indicato dal Piano come «impianto comunitario» (capitolo 4). Infine, al capitolo 5, viene indicato quando è possibile ed a quali condizioni sia lecito usare un'antenna, per ricezione individuale, di diametro inferiore ai 90 cm, che secondo il Piano era considerato un diametro da non ridurre,. Ciò è stato reso possibile dai grandi progressi ottenuti nelle tecnologie dei componenti a microonde; per questo motivo anche la Normativa Italiana prescritta al riguardo dall'ISPT (Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni) è stata adeguata a questa possibilità, anche se non prevista dalla WARC '77.
Nella PARTE SECONDA sono svolti alcuni richiami e considerazioni che non sono esclusive per le antenne dedicate al solo servizio DBS, ma valide anche per altri servizi da satellite.
Al capitolo 6 vengono messi in relazione alcuni dei parametri che definiscono il guadagno di un'antenna sia per fasci a sezione retta circolare sia ellittica. Infine viene considerata la perdita di guadagno apparente di un'antenna per effetto degli errori di puntamento (capitolo 7).

SUMMARY — ***Receiving antennas for Direct Broadcasting Satellite*** *- The first part of this paper deals with the general characteristics of receiving antennas for DBS (Direct Boradcasting Satellite), as stated by the WARC '77 (World Administration Radio Conference) held in Geneva in 1977 (item 1), which has planned this service. A description is given of the elements which condition the protection of the wanted received signal against interfering signals from other DBS satellites and terrestrial services in shared frequency band (item 2). The angular windows of the interferences coming from the system are defined. Moreover, the carrier/interference variations versus che antenna diameter or the power flux density on earth also in the case of weak signals are analysed by means of the reference patterns of the Plan (item 3). A practical application for weak signal reception with community receiving equipment is described (item 4). Finally, in section 5 is indicated when and under which conditions it is possible to use an antenna with a diameter smaller then 90 cm, which, according to the Plan, was not to be reduced. This has been made possible by the enormous progresses achieved in the technologies of microwave devices. For this reason, also the relevant Italian rules stated by the ISPT (Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni) have been conformed to this possibility, even if not foreseen by the WARC '77.*
The second part of the paper deals with some considerations which are valid not only for antennas dedicated to the DBS service, but also for other satellite services.
In section 6 some parameters defining the antenna gain both for circular or elliptical section beams are taken into account. Finally the apparent gain loss of an antenna due to pointing errors are considered.

PARTE PRIMA

CARATTERISTICHE DELLE ANTENNE RICEVENTI NEL SERVIZIO DBS E PIANIFICAZIONE WARC '77

1. Generalità

Nella diffusione diretta da satellite si hanno, come anche in altri tipi di servizi di radiocomunicazione, due problemi fondamentali: il livello di rumore sovrapposto al segnale utile e il livello delle interferenze.

Affinché si possa raggiungere un *grado di qualità* accettabile per il servizio, le specifiche del sistema dovranno tenere conto non solo di un valore minimo per il rapporto portante/rumore, ma anche di un valore minimo per il rapporto portante/interferenza, che è il rapporto, misurato all'entrata del ricevitore, tra la potenza del segnale utile e la somma delle potenze dei segnali interferenti. In pratica tale rapporto dovrà essere considerato sia per canali isofrequenza, sia per canali adiacenti (bibl. 1, 2 e 3). Le interferenze possono provenire da altri satelliti dello stesso sistema come anche da altri servizi che condi-

(*) Ing. Giulio Paolo Pacini, Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla redazione il 29 settembre 1989.

vidono la stessa banda dei 12 GHz. Nel seguito sono considerate principalmente le prime.

Qualsiasi avanzamento o innovazione tecnologica che renda possibile aumentare la potenza a bordo del satellite o ridurre il rumore del ricevitore, diminuisce le difficoltà ad ottenere un conveniente rapporto portante/rumore; tuttavia la situazione interferenziale rimane immutata perché, se le potenze in trasmissione venissero tutte variate simultaneamente secondo un certo fattore, il rapporto portante/interferenza rimarrebbe immutato.

In quel che segue è considerato con maggiore attenzione il problema delle interferenze. Per maggiori dettagli sulle limitazioni dovute al rumore si veda la bibliografia 7.

Le caratteristiche richieste per le antenne destinate alla ricezione da satellite in generale sono: lobi laterali ridotti e basso «spill-over» per ridurre al minimo la ricezione fuori asse, e ciò consente una migliore protezione alle interferenze, bassa temperatura di antenna ed elevata efficienza; diagrammi di radiazione possibilmente eguali nei due piani principali, e ciò consente di ottenere elevati isolamenti di polarizzazione incrociata e buona efficienza.

La pianificazione per il servizio di diffusione diretta da satellite [WARC '77] (bibl. 1) è stata eseguita sulla base di una ricezione di tipo individuale; ciò permette anche la ricezione di tipo comunitario mentre l'inverso potrebbe non essere vero (bibl. 1, 2 e 5). In tale pianificazione è stato assunto un valore del fattore di merito minimo G/T = 6 dB (K^{-1}) e un diametro minimo per l'antenna di circa 90 cm con apertura a metà potenza $\varphi_0 = 2°$ (vedi [10] capitolo 6 e bibl. 1 e 6) per ottenere un rapporto C/N ≥ 14 dB ai limiti della propria area di copertura e per il 99% del tempo del mese peggiore.

Il successo del Piano dipende in modo essenziale dei diagrammi di irradiazione delle antenne riceventi (bibl. 2). I diagrammi di antenna in base ai quali è stato stabilito il piano delle frequenze devono quindi essere considerati come specifiche, da non peggiorare, per l'antenna ricevente di terra (bibl. 4 e 5).

Le maschere di riferimento copolari e contropolari di tali antenne sono riportate nella figura 1; tali maschere sono quelle proposte dal CCIR (bibl. 4, 5 e 6).

Nel capitolo 4 è indicato come l'uso delle maschere proposte dalla pianificazione garantisca rapporti di protezione minimi costanti nei riguardi delle interferenze anche con livelli dei segnali utili in ricezione molto bassi, quando siano rispettate le due condizioni seguenti:

1) Il fattore di merito G/T dell'impianto ricevente deve essere aumentato di una quantità almeno corrispondente alla diminuzione in dB del segnale da ricevere (rispetto ai livelli prescritti dal Piano).

2) Deve rimanere inalterato il rapporto portante/interferenza stabilito dal piano, e ciò si ottiene rispettando le maschere di riferimento per l'antenna ricevente.

Al capitolo 5 è indicato come si modifica il punto 2) volendo usare antenne con diametro minore di 90 cm.

Ciò è oggi possibile, se pure in deroga alle previsioni del Piano ed inoltre anche ammesso dalla Normativa ISPT, a seguito dei cospicui progressi tecnologici acquisiti negli ultimi anni sulla componentistica a microonde, che consente di ottenere, anche con antenne di piccolo diametro, valori del fattore di merito G/T più elevati del valore 6 dB(K^{-1}) previsto dal Piano con l'uso di un'antenna da 90 cm, fino a circa 7 dB più grandi (bibl. 7).

2. Protezione dalle interferenze del segnale utile ricevuto

La pianificazione è stata eseguita adottando i seguenti rapporti di protezione[1], validi per sistemi di televisione a colori a 625 righe (G/PAL per l'Italia) [segnale utile TV/MF; segnale interferente TV/MF] (bibl. 1):

31 dB per interferenze cocanali

15 dB per interferenze tra canali adiacenti.

Essi, per sicurezza, sono superiori di 1 dB rispetto ai valori strettamente necessari, ossia a quelli relativi ad un *degradamento* dell'immagine corrispondente al grado 4,5 della scala CCIR a 5 gradi (bibl. 3 e 11).

Tali rapporti dipendono dalle caratteristiche del segnale irradiato e dalle caratteristiche del filtro che determina, in ricezione, la banda di rumore.

Si ricorda che la distanza tra le frequenze centrali di due canali adiacenti è di 19,18 MHz e quindi si ha una parziale sovrapposizione, essendo 27 MHz la larghezza nominale del canale a − 3 dB; e ciò per la migliore utilizzazione dello spettro.

Nel Centro Ricerche della RAI sono state eseguite misure sui rapporti di protezione tra due canali TV-MF isofrequenziali e adiacenti usando i parametri pianificati dalla WARC '77 (bibl. 12) con segnale video G/PAL.

Le misure sono state eseguite con filtri passabanda a 4 poli con risposta di tipo Butterworth e con filtri a simmetria aritmetica in ampiezza e ritardo di gruppo; con un segnale utile e interferente sincroni o no; con dispersione di energia o senza. I valori dei rapporti di protezione sono stati ricavati in funzione del C/N. Per maggiori dettagli si rimanda alla bibliografia 12.

Si è constatato che i valori rilevati col filtro passabanda a 4 poli sono sostanzialmente in accordo con quelli adottati dalla WARC '77 diminuiti di 1 dB quando il segnale interferente è particolarmente severo (monoscopio elettronico a colori). Con altri segnali (interferente: barre di colore; interferito: diapositive) si hanno margini più elevati.

Le potenziali interferenze generate da altri satelliti del sistema provengono, oltre che dalla posizione orbitale del satellite ricevuto, anche dalle posizioni a ± 6°, 12°, 18° dalla prima.

La protezione da tali interferenze sono legate ai seguenti fattori:

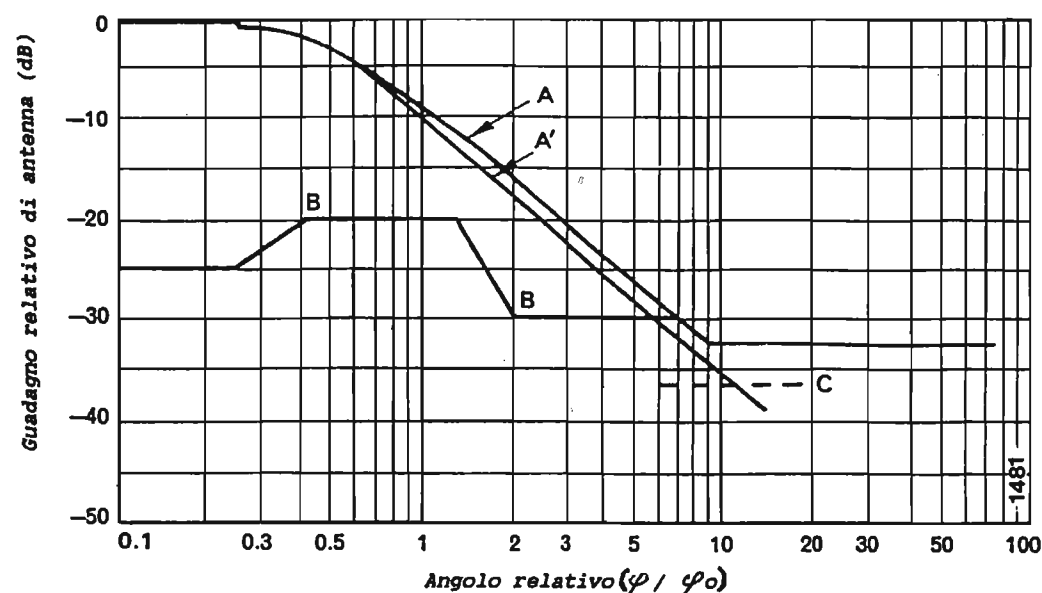
1) polarizzazione

2) canalizzazione

3) protezione di antenna tramite la geometria del sistema (posizioni orbitali; posizioni geografiche delle aree di copertura).

Si esamina come possono intervenire i tre fattori indicati facendo riferimento al Piano.

a) La distanza tra le frequenze centrali di due canali

(1) Il rapporto di protezione (v. Appendice 1) è definito come il rapporto tra la potenza del segnale utile e quella del segnale interferente che provoca un'asse gnata degradazione (quasi impercettibile) dell'immagine ricevuta.

Curva A: Componente copolare per ricezione individuale (dB relativi al guadagno sull'asse)

0 *per* $0 \leq \varphi \leq 0.25\,\varphi_0$

$-12\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)^2$ *per* $0.25\,\varphi_0 < \varphi \leq 0.707\,\varphi_0$

$-\left[9.0 + 20\log\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)\right]$ *per* $0.707\,\varphi_0 < \varphi \leq 1.26\,\varphi_0$

$-\left[8.5 + 25\log\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)\right]$ *per* $1.26\,\varphi_0 < \varphi \leq 9.55\,\varphi_0$

-33 *per* $\varphi > 9.55\,\varphi_0$

Curva A': Componente copolare per ricezione comunitaria

0 *per* $0 \leq \varphi \leq 0.25\,\varphi_0$

$-12\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)^2$ *per* $0.25\,\varphi_0 < \varphi \leq 0.86\,\varphi_0$

$-\left[10.5 + 25\log\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)\right]$ *per* $\varphi > 0.86\,\varphi_0$ *fino alla intersezione con la curva C; e poi prosegue con C*

Curva B: Componente contropolare per entrambi i tipi di ricezione

-25 *per* $0 \leq \varphi \leq 0.25\,\varphi_0$

$-\left(30 + 40\log\left|\frac{\varphi}{\varphi_0} - 1\right|\right)$ *per* $0.25\,\varphi_0 < \varphi \leq 0.44\,\varphi_0$

-20 *per* $0.44\,\varphi_0 < \varphi \leq 1.4\,\varphi_0$

$-\left(30 + 25\log\left|\frac{\varphi}{\varphi_0} - 1\right|\right)$ *per* $1.4\,\varphi_0 < \varphi \leq 2\,\varphi_0$

- 30 fino all'intersezione con la curva contropolare; e poi prosegue con questa

Curva C: Livello uguale al guadagno d'antenna cambiato di segno (la curva C di figura illustra il caso particolare di un'antenna con guadagno massimo sull'asse di 37 dBi).

Fig. 1 — Diagrammi di riferimento copolare e contropolare per l'antenna ricevente della stazione di terra (Regioni 1 e 3) e relative equazioni (bibl. 1 e 5).

adiacenti è 19,18 MHz. Quindi *secondo le regole e i livelli stabiliti dal Piano*, l'interferenza su un canale utile può essere prodotta solo da canali isofrequenza o da canali adiacenti, perché a distanza di due canali (38,36 MHz) i rapporti di protezione diventano negativi (figura 1-A - Appendice 1).

b) La pianificazione stabilisce che i canali che possono dare luogo a potenziali interferenze provenienti:

I) *dalla stessa posizione orbitale del satellite ricevuto*: sono canali adiacenti e contropolari

II) *da posizioni orbitali a ± 6°, 12°, 18°*

a) sono canali adiacenti e copolari

b) sono canali isofrequenza e contropolari

Questa è una regola quasi del tutto generale, salvo alcuni casi relativi a posizioni geografiche in cui l'interferenza non è possibile.

c) Non sono stati utilizzati canali adiacenti per una stessa area di servizio, ma sono stati intervallati da canali radio destinati ad altre aree di servizio. Ad esempio i canali assegnati all'Italia sono: can. 24-28-32-36-40; le loro frequenze centrali distano di 76,72 MHz; la larghezza del canale è di 27 MHz (bibl. 1).

d) Sono utilizzati canali adiacenti da una stessa posizione orbitale. In ricezione la protezione è fornita esclusivamente dall'antenna (Curva B - figura 1) che riceve il canale utile in contropolare. Anche in condizioni di forte depolarizzazione per cielo perturbato, l'isolamento è sempre superiore a 20 dB rispetto alla ricezione in copolare.

e) Il meccanismo dell'interferenza di un Paese A (servito dal proprio satellite S_A) su un Paese B (servito da S_B) è schematizzato in figura 2.

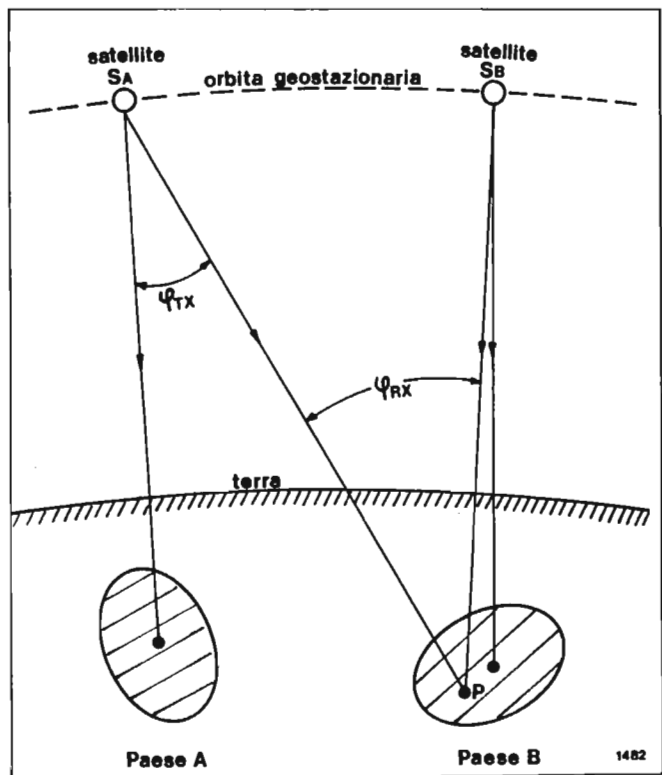



Fig. 2 — Protezione dall'interferenza prodotta da un satellite S_A su un ricevitore posto in P che riceve il satellite S_B. La protezione è ottenuta per effetto della direttività delle antenne tramite gli angoli di discriminazione delle antenne trasmittenti e riceventi.

La ricezione del satellite S_B in un qualsiasi punto P del paese B, è protetta contro l'interferenza proveniente dal satellite S_A dell'angolo φ_{RX} compreso tra l'asse dell'antenna ricevente in P e la direzione di provenienza dell'interferenza, e dall'angolo φ_{TX} compreso tra l'asse dell'antenna trasmittente del satellite S_A e la direzione di trasmissione della interferenza su P (bibl. 2 e 3).

È evidente che l'interferenza in P provocata da S_A è tanto minore quanto meno energia viene irradiata o ricevuta dalle antenne fuori asse; in altre parole quanto più sono ridotti i lobi laterali delle antenne. Si nota che già con antenne da 90 cm (v. fig. 3 maschera copolare) e in pratica anche con antenne da 60 cm (v. fig. 6 diagramma copolare calcolato), le posizioni orbitali ± 18° sono scarsamente interferenti anche se l'angolo φ_{TX} è piccolo.

f) Noti i diagrammi di radiazione (figura 1 e 2-A-Appendice 1), le loro aperture a − 3 dB e le polarizzazioni delle antenne trasmittenti del satellite S_A e ricevente nel punto P (figura 2) e nota la EIRP di S_A (indicati per ogni paese in bibl. 1), si può calcolare la *potenza interferente* in P tramite gli angoli φ_{RX} e φ_{TX}. La *potenza utile* in P si calcola invece tramite la EIRP di S_B e l'attenuazione ΔA_{cf} di P rispetto al centro area. In Appendice 1 è indicato come sia possibile individuare l'apertura di antenna φ_0 per un'antenna a fascio ellittico di aperture ω_0 e ψ_0.

g) Per quanto è stato visto in e) si può affermare che il rapporto portante/interferenza C/I è tanto maggiore quanto minore è il guadagno G_φ dell'antenna sui lobi laterali (in una qualunque direzione costante φ) rispetto al guadagno G_{max} sull'asse dell'antenna, ossia quanto maggiore è il rapporto G_{max}/G_φ (in rapporti di potenza).

In unità logaritmiche si può allora scrivere:

[1] $(C/I)_{dB} = G_{max} - G_\varphi + K$ dB [K = cost]

La maschera copolare di riferimento A (figura 1) nella zona ove l'antenna presenta lobi laterali, e per $\varphi/\varphi_0 > 1{,}26$ è rappresentata, in unità logaritmiche, da una retta che ha una pendenza di 25 dB/decade, di equazione (vedi figura 1 e formule relative):

[2] $G_\varphi - G_{max} = -[8{,}5 + 25 \log_{10} (\varphi/\varphi_0)]$ [dB]

Combinando con la [1] si ha:

[3] $C/I = 8{,}5 + 25 \log_{10} (\varphi/\varphi_0) + K$ [dB]

Dalla [3] risulta che per ogni direzione φ = cost fuori asse, *la protezione di antenna aumenta di* ~ 8 dB dimezzando φ_0, *ossia raddoppiando il diametro dell'antenna*.

Infatti, per qualunque direzione φ = cost, dimezzando φ_0 si ha per la [3] una variazione del rapporto C/I:

[4] $\Delta (C/I) = [C/I]_{\varphi_0/2} - [C/I]\varphi_0$

$= -25 \log_{10} (\varphi_0/2) + 25 \log_{10} (\varphi_0) \cong 8$ dB

Per semplicità i valori ricavati sono approssimati a meno di 1/2 dB.

h) La Tabella 3 (ricavata in bibl. 10) illustra la situazione interferenziale per la posizione orbitale 19° ovest relativamente ai Paesi europei (nella stessa Tabella è stata aggiunta anche la posizione 5° Est al *solo scopo* di completare la mappa dei paesi europei). Dei cinque canali assegnati a ciascun paese, è stato indicato il solo canale centrale.

3. Finestre angolari interferenti e diagrammi di riferimento

Un'antenna che punta un satellite con elevazione maggiore di 10°, vede dalle varie località delle Regioni 1 e 3 le posizioni orbitali ± 6°, 12°, 18° entro le seguenti finestre angolari:

6,22° ÷ 7.07°/12,54° ÷ 14,13°/18,96° ÷ 21,19° (si ricorda che il passo angolare di 6° è misurato dal centro della terra) (bibl. 8). Tali valori, normalizzati alle apeture φ_0 = 3° − 2° − 1,5° e 1° (corrispondenti ad antenne di diametro di circa 0,60 − 0,90 − 1,20 e 1,80 m) danno luogo ai rapporti angolari φ/φ_0 indicati in Tabella 2.

Tabella 2.

VALORI DEL RAPPORTO ANGOLARE φ/φ_0 per le finestre interferenti a ± 6°, 12°, 18° normalizzati alle aperture di antenna φ_0 = 3° − 2° − 1,5° e 1°.

φ	φ/φ_0			
	φ_0 = 3° d ≅ 60 cm	φ_0 = 2° d ≅ 90 cm	φ_0 = 1,5° d ≅ 120 cm	φ_0 = 1° d ≅ 180 cm
6,22° - 7,07°	2,07 − 2,36	3,11 − 3,54	4,15 − 4,71	6,22 − 7,07
12,54° − 14,13°	4,18 − 4,71	6,27 − 7,07	8,36 − 9,42	12,54 − 14,13
18,96° − 21,19°	6,32 − 7,06	9,48 − 10,60	12,64 − 14,13	18,96 − 21,19

Si considera il diagramma copolare A e contropolare B (figura 3); su di esso sono riportate le finestre angolari (a tratteggio) di provenienza delle interferenze da parte di altri satelliti del sistema corrispondenti ad un'antenna di apertura $\varphi_0 \cong 2°$ (diametro 90 cm). Le loro posizioni sono ricavate dalla Tabella 2. Sullo stesso grafico sono tracciati i diagrammi copolare (a) e contropolare (b) misurati su un'antenna da 90 cm realizzata nel Centro Ricerche della RAI con illuminatore a flangia corrugata. Si nota che i diagrammi misurati presentano lobi laterali che stanno, con un buon margine, sotto le specifiche.

3.1 *Condizioni di immunità alle interferenze in relazione al diametro di antenna*

A questo punto conviene considerare le differenze che individuano i due tipi di ricezione indicati dalla pianificazione come *ricezione individuale* e *ricezione comunitaria*. Nella Tabella 3 sono riassunte le differenze (ricavate da bibl. 1).

Tabella 3.

DIFFERENZE CHE DISTINGUONO DUE TIPI DI RICEZIONE INDICATI NELLA PIANIFICAZIONE WARC '77 COME RICEZIONE INDIVIDUALE E RICEZIONE COMUNITARIA.

	RICEZIONE	
	INDIVIDUALE	COMUNITARIA
— FATTORE DI MERITO DELL'IMPIANTO RICEVENTE:	$G/T = 6$ dB (°K^{-1})	$G/T = 14$ dB (°K^{-1})
— Il diametro dell'antenna ricevente deve essere tale che l'apertura del fascio a − 3 dB sia:	$\varphi_0 = 2°$	$\varphi_0 = 1°$
— Diagrammi di riferimenti dell'antenna di ricezione (fig. 1)	Copolare: A Contropolare: B	Copolare: A' Contropolare: B
— Flusso di potenza al limite della zona di copertura, per il 99% del tempo del mese peggiore	$\mathscr{P}_p = -103$ dB (W/m^2)	$\mathscr{P}_p = -111$ dB (W/m^2)

Fig. 3 — Diagramma copolare (a) e contropolare (b) misurati su un'antenna da 90 cm di diametro (φ_0 = 2°) realizzata nel Centro Ricerche della RAI. Sono indicate le maschere di riferimento (A) e (B) e le finestre angolari (a tratteggio) di provenienza delle interferenze da parte di altri satelliti del sistema, posizionate alle ascisse φ/φ_0 per un'apertura φ_0 = 2° (vedi Tabella 2).

Da essa risulta che un *impianto comunitario* potrebbe consentire la ricezione di un segnale più debole di 8 dB, rispetto all'*impianto individuale*, a condizione di aumentare di altrettanto il fattore di merito G/T dell'impianto e di usare un'antenna con apertura a − 3 dB dimezzata, il che significa, entro certe condizioni, di raddoppiare il diametro di antenna o se si vuole di aumentare il guadagno di antenna di 6 dB: ciò fa pensare che gli altri 2 dB dovranno essere guadagnati riducendo la temperatura operativa dell'impianto; inoltre tale antenna deve avere un diagramma copolare contenuto entro la maschera A' (vedi figura 1). Se sono soddisfatte queste condizioni il piano di Ginevra garantisce la immunità da interferenze nella ricezione di segnali deboli corrispondenti ad un flusso di potenza a terra: $\mathcal{P}_n = -111$ dB(w/m²). Può tuttavia avere interesse conoscere quali siano le condizioni di immunità in altri casi che non siano i due considerati dalla normativa. La risposta si può ricercare ancora nei diagrammi di riferimento dell'antenna ricevente.

Senza fare riferimento ai criteri di Pianificazione si assume molto semplicemente, secondo quanto prescritto dal Piano, l'antenna da 90 cm di diametro ($\varphi_0 = 2°$) come l'«*antenna minima*» necessaria per ottenere l'immunità dalle interferenze e quindi stando alla lettera del Piano si potrebbe presumere che se $\varphi_0 > 2°$ il raporto C/I potrebbe ridursi al disotto dei valori di sicurezza stabiliti.

Si è già accennato alla fine del capitolo 1 che i recenti progressi nelle tecnologie dei componenti a microonde consentono oggi l'uso di ricevitori più semplici con antenne minori di 90 cm, sempre però che siano fatti salvi i principi di sicurezza alle interferenze.

Per rispondere a quali siano più in generale le condizioni di immunità al difuori dei due casi considerati (ricezione individuale e ricezione comunitaria), si considera ancora l'equazione [3] per calcolare quale sia la variazione del rapporto C/I al variare del diametro dell'antenna rispetto all'antenna minima da 90 cm ($\varphi_0 = 2°$) proposta dal Piano per una direzione φ = cost.

$$[5] \quad \Delta(C/I) = [C/I]_{\varphi_0} - [C/I]_{\varphi_0 = 2°} = = -25\log_{10}(\varphi_0) + 25\log_{10}(2°)$$

La precedente fornisce il valore $\Delta(C/I) = 7{,}53 - 25\log_{10}(\varphi_0)$. Rinunciando al margine supplementare di 1 dB sui rapporti di protezione (vedi capitolo 2) proposti dalla WARC, margine che in realtà non è strettamente necessario perché il Piano tiene conto di altri margini, si ottiene

$$[6] \quad \Delta(C/I) = 8{,}5 - 25\log_{10}(\varphi_0)$$

Questa è la variazione della protezione alle interferenze al variare dell'apertura φ_0 rispetto a $\varphi_0 = 2°$, ovvero al variare del diametro rispetto ai 90 cm. Mediante la [6] si calcola la terza colonna della Tabella 4.

Anche in questi calcoli, come in precedenza, si arrotonda al 1/2 dB.

Si nota nella Tabella 4 che per $\varphi_0 = 2°$ (d = 90 cm), $\Delta(C/I)$ non vale zero come ci si potrebbe aspettare, ma ha un valore di 1 dB che corrisponde al margine di sicurezza di 1 dB che era stato introdotto dal Piano sui rapporti di protezione e a cui si è rinunciato. Si nota inoltre che al disotto degli 80 cm di diametro i valori $\Delta(C/I)$ diventano negativi il che indica «*perdita di protezione*»; mentre la protezione aumenta aumentando il diametro dell'antenna ricevente al disopra degli 80 cm e si nota che passando da 90 cm a 180 cm (diametro doppio) si aumenta la protezione di circa 8 dB (si tengano presenti gli arrotondamenti al 1/2 dB introdotti in questi calcoli).

Tabella 4.

VARIAZIONE DELLA PROTEZIONE ALLE INTERFERENZE Δ(C/I) AL VARIARE DEL DIAMETRO DELL'ANTENNA RICEVENTE RISPETTO AL «DIAMETRO MINIMO» DI 90 CM PRESCRITTO DAL PIANO.

φ_0 [gradi]	DIAMETRO DI ANTENNA RICEVENTE D (F = 12,1 GHz) [cm]	Variazione protezione all'interferenze Δ(C/I) [dB]	Variazione del guadagno dell'antenna sull'asse ΔG_{max} [dBi]
1,0	180	+8,5	+6,0
1,5	120	+4,0	+2,5
2,0	90	+1,0	0,0
2,2	80	0,0	−1,0
2,5	70	−1,5	−2,0
3,0	60	−3,5	−3,5
3,5	50	−5,0	−5,0
4,0	45	−6,5	−6,0

Si nota che sotto la prima linea divisoria in tabella 4 si hanno valori di diametri non previsti dal Piano Warc; al di sotto della seconda linea divisoria sono valori che non dovrebbero essere usati (vedi bibl. 9 - paragrafo 2.3).

Con la [6] è quindi possibile ottenere tutti i valori intermedi di ricezione tenendo presente la relazione *approssimata* tra apertura d'antenna e suo diametro (vedi capitolo 6):

$$[7] \quad \varphi_0 = \frac{71{,}62}{d/\lambda}$$

3.2 *Considerazioni sull'uso dei diagrammi di riferimento copolari*

A questo punto sembra opportuno un chiarimento sull'uso dei diagrammi di riferimento copolari A e A' (figura 1), cercando di interpretare a tale proposito la normativa WARC '77. In essa sta scritto che per la ricezione individuale si deve usare la maschera A; per la ricezione comunitaria la maschera A'.

Poiché in pratica risulta assai difficile stabilire il tipo di ricezione, salvo i due casi citati nelle norme [G/T = 6 dB(°K⁻¹) e G/T = 14 dB(°K⁻¹)] conviene fare riferimento ai livelli del segnale che si vuole ricevere e al trattamento che esso deve subire prima del suo utilizzo.

In altre parole può avere interesse ricevere i soli canali nazionali oppure anche quelli stranieri provenienti dalla stessa posizione orbitale in polarizzazione singola oppure doppia. In entrambi i casi inoltre può verificarsi che il segnale sia utilizzato così come è ricevuto, ed è il caso del singolo utente; oppure il segnale è destinato a diversi trattamenti quali ad esempio la distribuzione a più utenti e in questo caso secondo diversi criteri.

Dalle considerazioni che seguono sembra di poter affermare che *per il migliore sfruttamento del sistema il diagramma di riferimento A dovrà essere usato solo quando l'angolo di apertura dell'antenna a − 3 dB ha un valore $\varphi_0 \geq 2°$; e in tutti gli altri casi si userà il diagramma A'.*

Infatti, dal confronto dei due diagrammi copolari A e A' è immediata l'osservazione che il secondo offre una protezione di 2 dB superiore nei riguardi delle interferenze che raggiungono l'antenna oltre la direzione relativa $\varphi/\varphi_0 = 1{,}26$ (v fig. 1). La differenza più importante però sta nel fatto che nel diagramma A il segmento inclinato di 25 dB/decade diventa piatto al livello di − 33 dB al di là del rapporto angolare $\varphi/\varphi_0 = 9{,}55$; viceversa *il diagramma A' dispone di un elemento variabile* con il diametro dell'antenna, ossia il segmento orizzontale C che deve essere posizionato ad un livello uguale al guadagno dell'antenna sull'asse, cambiato di segno. Ciò fa sí che aumentando il diametro dell'antenna mentre il segmento orizzontale C si abbassa, il punto di intersezione di esso col segmento inclinato sia spostato verso rapporti angolari φ/φ_0 sempre più alti.

Nella figura 3, relativa ad un'antenna con $\varphi_0 \cong 2°$, la finestra angolare 18° è già sulla parte piatta del diagramma di riferimento. Quindi riducendo φ_0 ossia aumentan-

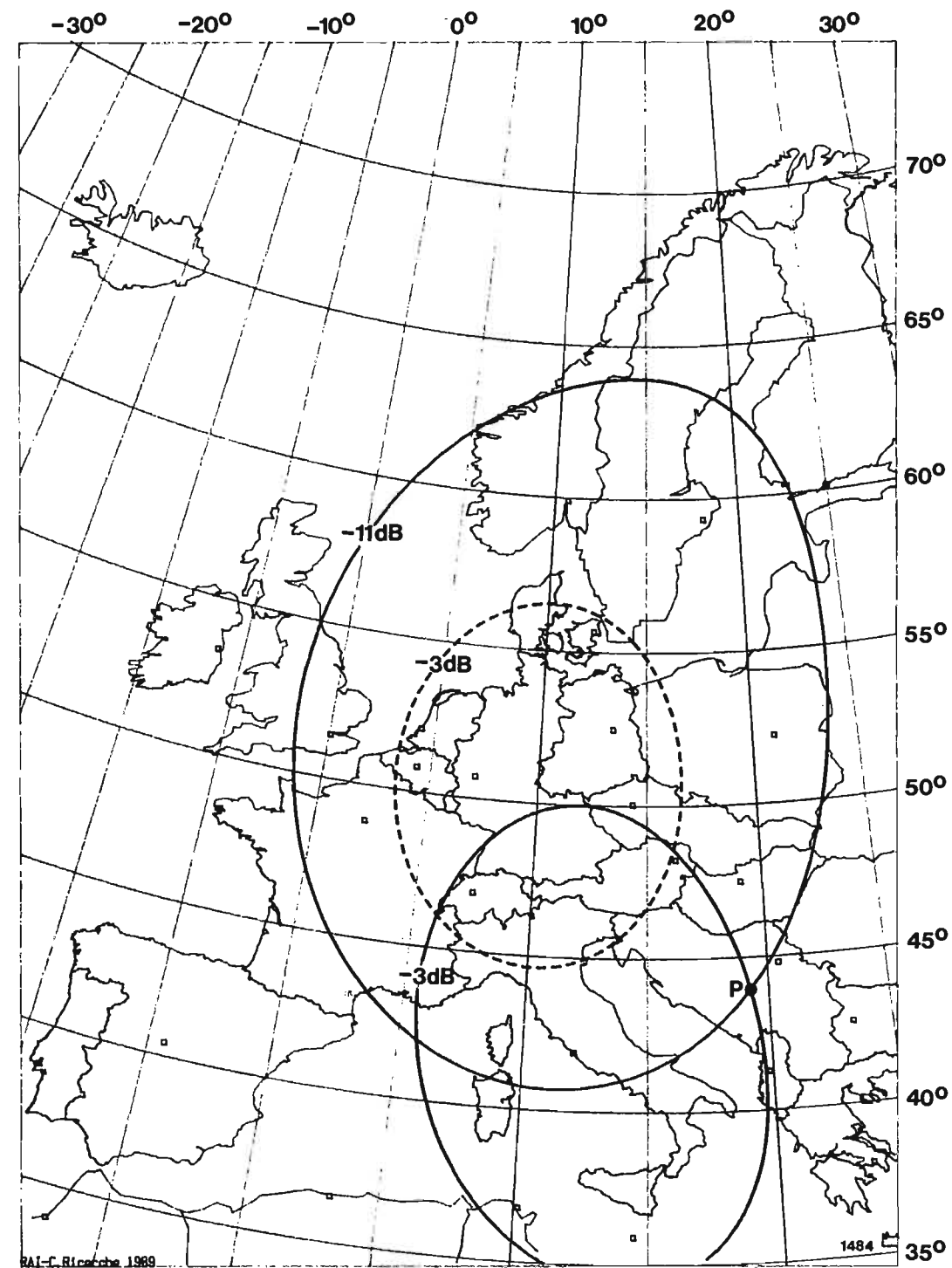



Fig. 4 — Località (punto P) di ricezione posta all'incrocio dell'ellisse a - 3 dB dell'Italia e a - 11 dB della Germania Ovest (stessa posizione orbitale, stessa polarizzazione: vedi testo).

do il diametro oltre i 90 cm le finestre interferenti si spostano verso valori φ/φ_0 maggiori e perciò conviene passare dalla maschera A alla maschera A' poiché a diametri maggiori possono corrispondere, almeno potenzialmente, segnali ricevuti più deboli ed è pertanto opportuno ridurre ulteriormente l'interferenza con l'abbassamento del segmento C (figura 1).

4. Ricezione di segnali deboli con impianto comunitario

Come applicazione di quanto precede si porta un esempio di ricezione di segnali deboli supponendo il flusso a terra nel luogo di ricezione $\mathcal{P}_p = -111 dB(w/m^2)$ (vedi Tabella 3) ossia, secondo il Piano, -11 dB rispetto al centro del fascio. Il valore scelto è, per semplicità, quello che la pianificazione ha assunto per la *ricezione comunitaria*, ma le conclusioni valgono per qualunque altro valore di $\mathcal{P}_p$. Nella figura 4 oltre alle ellissi italiana e tedesca a -3 dB è indicata l'ellisse a -11 dB della Germania Ovest. Tale ellisse arriva in Italia alla periferia di Napoli.
Si considerano, per semplicità, eguali le EIRP dei due paesi (il Piano Warc attribuisce alla Germania W. quasi 1,5 dB in più che all'Italia), né si tiene conto di eventuali cambiamenti sui livelli che potrebbero avvenire (vedi bibl. 9 - paragrafo 2.1) perché ciò non muta le conclusioni dell'esempio che segue.

Si suppone di avere un ricevitore con antenna da 90 cm ($\varphi_0 \cong 2°$) posta nella località della Jugoslavia, prossima a Belgrado, indicata col punto P ove si intersecano la ellisse italiana (a -3 dB rispetto al centro) e l'ellisse tedesca (a -11 dB).

La ricezione dal satellite italiano avviene, secondo il Piano, con la qualità prevista dalla WARC '77 (C/N $\geqq$ 14 dB per il 99% del tempo del mese peggiore). Se lo stesso utente volesse ricevere il satellite tedesco può farlo senza spostare il puntamento dell'antenna (19° ovest) né la polarizzazione (sinistra), ma solo la frequenza (ad es. da can. 32 a can. 10) *senza alterare quindi il panorama dei segnali interferenti*. Inoltre è stato verificato, in base al Piano, che il segnale ricevuto dalla Germania W. non è interferito (per il cambio di frequenza) anche se il punto P di ricezione è al difuori dell'area di servizio tedesca. In tali condizioni però il segnale tedesco ricevuto è 8 dB inferiore a quello italiano (e va sotto soglia), ma soprattutto il rapporto portante/interferenza C/I è diminuito di 8 dB. Se allora si raddoppia il diametro dell'antenna (ossia si dimezza φ_0) sul diagramma A' (figura 1) si riduce il *guadagno relativo* di 8 dB sui lobi laterali e il *guadagno assoluto* si riduce invece di 2 dB poiché l'antenna guadagna 6 dB in più rispetto alla precedente.

Quindi il rapporto C/I è aumentato di 8 dB di cui 6 dB per l'aumento di C più 2 dB per la riduzione di I. Ossia il diagramma copolare A' ha ripristinato nel secondo caso di ricezione la protezione alle interferenze che si aveva nel primo caso o se si vuole l'uso della maschera A' ha mantenuto costante il rapporto C/I dovuto ad interferenze provocate da altri satelliti del sistema.

Inoltre l'incremento dei 2 dB del fattore di merito del ricevitore che mancano per raggiungere il valore G/T = 14 dB(K^{-1}) richiesti dal piano, sono ottenuti facilmente riducendo la «temperatura operativa» del sistema con l'uso dei nuovi dispositivi all'arseniuro di gallio, oggi ormai di normale uso (bibl. 7).

5. Antenne riceventi con diametro minore di 90 cm

Nella Tabella 4 è indicato di quanto si ridurrebbe il rapporto portante/interferenza quando venisse usata una antenna di diametro minore di 90 cm. D'altra parte è anche noto come sia possibile oggi realizzare fattori di merito G/T della stazione ricevente alquanto più elevati dei 6 dB(K^{-1}) che al tempo della pianificazione era possibile ottenere con antenne di diametro non inferiore ai 90 cm.

È stato allora deciso che è possibile derogare da questo valore usando antenne con diametro minore di 90 cm (vedi Normativa ISPT) a condizione che siano soddisfatte anche in questo caso le due condizioni indicate ai punti 1) e 2) del capitolo 1; in particolare la 2) impone che il rapporto C/I stabilito dal Piano rimanga inalterato. Ciò significa che *i valori negativi della 3ª colonna nella Tabella 4, che indicano una perdita di protezione dovuta all'uso di antenne piccole*, deve in qualche modo essere compensata; ad esempio per un'antenna da 60 cm questa perdita di protezione è di 3,5 dB (vedi Tabella 4). Questo risultato deriva direttamente dall'ipotesi di usare la maschera di riferimento per il diagramma copolare A (figura 1) per l'«antenna minima», ossia non inferiore ai 90 cm.

Potendo e volendo usare un'antenna più piccola, si può usare ancora la stessa maschera modificata. Nella figura 5 sono indicate le maschere copolare $\mathcal{A}$ e contropolare $\mathcal{B}$ che devono essere rispettate volendo usare un'antenna da 60 cm. La *maschera copolare* $\mathcal{A}$ impone che per $\varphi/\varphi_0 > 2$ (che è il valore più basso della prima finestra angolare interferente, vedi Tabella 2), il segmento inclinato sia abbassato di 3,5 dB, valore che era stato indicato come perdita di protezione. Per quanto riguarda il *diagramma contropolare* sull'asse dell'antenna la protezione è praticamente indipendente del suo diametro e quindi viene conservato il valore di - 25 dB come per la maschera B. Per le finestre angolari a $\pm$ 6° e 12° non cambia nulla perché il diagramma B già fornisce la stessa protezione per entrambe le antenne; per quella a 18° la stessa protezione è ottenuta prolungando fino ad essa il ramo orizzontale a - 33 dB (bibl. 8).

A questo punto è necessario osservare che le nuove maschere sono valide, e quindi è possibile usare un'antenna da 60 cm, solo se è possibile realizzare l'antenna con un diagramma di radiazione copolare che rimanga al disotto della maschera $\mathcal{A}$. Sono state fatte alcune verifiche che indicano la possibilità di ridurre il diametro al disotto dei 90 cm. Nella figura 6 è indicato il diagramma di radiazione copolare calcolato nei due piani principali per un'antenna da 60 cm ($\varphi_0 = 3°$) nell'ipotesi di impiegare un illuminatore a flangia corrugata. È stata tracciata nella stessa figura la maschera copolare A. Si può verificare che a partire dall'ascissa $\varphi/\varphi_0 = 2$ [prima finestra angolare laterale (6°) per l'antenna da 60 cm (vedi Tabella 2)] è possibile abbassare di oltre 5 dB il segmento inclinato; in altre parole il diagramma di radiazione resta tutto al disotto della maschera proposta. Inoltre risulta che, per l'antenna in oggetto, il margine sull'ampiezza dei lobi laterali è sempre superiore a 7 dB entro le corrispondenti finestre angolari normalizzate all'apertura $\varphi_0 = 3°$ (vedi Tabella 2). Riducendo ulteriormente il diametro dell'antenna, la prima finestra angolare si sposterebbe sul primo lobo laterale dell'antenna, ove il margine è minore [usando ad es. un'antenna da 45 cm ($\varphi_0 \cong 4°$) la prima finestra angolare laterale (6°) risulterebbe posizionata nell'intervallo $\varphi/\varphi_0 = 1,56 \div 1,77$].

Solo alle condizioni esposte e controllando i criteri esaminati è lecito usare un'antenna ricevente con diametro inferiore ai 90 cm. In caso contrario ciò non è assolutamente ammesso se non si vuole essere interferiti quando il Piano Warc '77 sarà a regime, con diversi satelliti (vedi bibl. 9, paragrafo 2.3).

Fig. 5 — Maschere di riferimento per antenna ricevente da 60 cm di diametro.

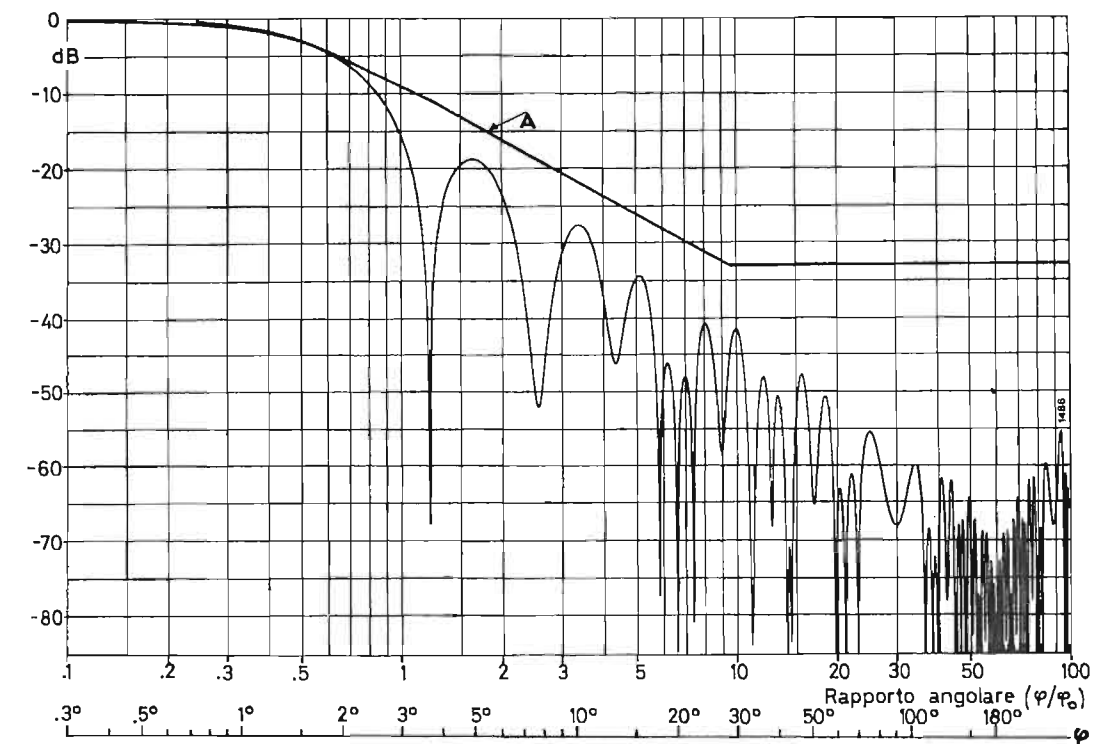



Fig. 6 — Diagramma di radiazione calcolato per un'antenna di 60 cm di diametro dell'ipotesi di impiegare un illuminatore a flangia corrugata. È tracciata anche la maschera copolare (A): risulta che il diagramma di radiazione a partire dall'ascissa $\varphi/\varphi_0 = 2°$ [prima finestra angolare laterale (6°) per l'antenna da 60 cm; vedi Tabella 2] resta tutto al disotto della maschera copolare A di oltre 5 dB; ed inoltre il margine sull'ampiezza dei lobi laterali è sempre superiore a 7 dB entro le corrispondenti finestre angolari normalizzate all'apertura $\varphi_0 = 3°$ (vedi Tab. 2). Riducendo ulteriormente il diametro dell'antenna, la prima finestra angolare si sporterebbe sul primo lobo laterale del diagramma dell'antenna, ove il margine è minore.

PARTE SECONDA

RELAZIONI TRA I PARAMETRI CHE DEFINISCONO IL GUADAGNO DI UN'ANTENNA E PERDITA DI GUADAGNO APPARENTE PER ERRORI DI PUNTAMENTO

6. Generalità

Vengono riportate alcune relazioni tra grandezze relative alle antenne ed alcune considerazioni che, anche se non dedicate esclusivamente alle antenne per DBS, possono risultare utili nello studio relativo ad antenne per DBS, oltre che per altri servizi con satelliti diversi dal DBS.

6.1 Antenna ad apertura circolare

Si considera, per semplicità, il fascio a sezione retta circolare, come prodotto da un'antenna con riflettore circolare; ciò non è sempre vero.

Il guadagno massimo sull'asse può essere espresso in funzione del diametro, secondo la nota relazione (il pedice p indica che G è espresso in rapporto di potenza rispetto alla sorgente isotropa):

$$[8] \qquad G_p = \eta \left(\pi \frac{d}{\lambda}\right)^2$$

con $\eta \cong$ efficienza totale; d $\equiv$ diametro del riflettore e $\lambda \cong$ lunghezza d'onda misurata nelle stesse unità di misura del diametro.

Lo stesso guadagno può anche essere espresso in funzione dell'angolo φ_0 di apertura totale del fascio a - 3 dB rispetto al massimo sull'asse:

$$[9] \qquad G_p = \eta K^2 \left(\frac{180}{\varphi_0}\right)^2$$

ove K dipende dalla legge di illuminazione del riflettore; nei casi più comuni $K \cong 1,25$.

Dall'eguaglianza delle due precedenti risulta:

$$[10] \qquad \varphi_0 = \frac{71,62}{d/\lambda}$$

Va tenuto presente che la [10] è una formula approssimata perché deriva dal valore che è stato attribuito a K nella [9]. Tuttavia va notato che tale espressione è molto utile perché consente a priori una valutazione preliminare dell'apertura φ_0 il cui valore rigoroso potrebbe essere noto soltanto dopo il progetto dell'antenna stessa.

L'errore massimo commesso con l'uso della [10] risulta inferiore al 5 ÷ 10% circa.

6.2 Antenne ad apertura ellittica

Si considera il fascio a sezione retta ellitica. Analogamente al paragrafo precedente il guadagno massimo sull'asse è

$$[8'] \qquad G_p = \eta \left(\pi \frac{d_{eq}}{\lambda}\right)^2 \quad \text{con} \quad d_{eq} = \sqrt{M \cdot N}$$

essendo il diametro equivalente d_{eq} definito dai valori M ed N, rispettivamente assi maggiore e minore del riflettore.

È anche qui possibile definire G in funzione degli angoli di apertura totale a − 3 dB: ω_0 e ψ_0 corrispondenti rispettivamente all'asse maggiore e minore sulla sezione retta del fascio.

$$[9'] \qquad G_p = \eta K^2 \frac{(180)^2}{\omega_0 \cdot \psi_0}$$

con $K \cong 1,25$ nei casi più comuni.

Dal confronto con la precente risulta

$$[10'] \qquad \sqrt{\omega_0 \cdot \psi_0} = \frac{71,62}{d_{eq}/\lambda}$$

La [10'] risulta spesso utile per la determinazione del diametro equivalente note che siano le aperture ω_0 e ψ_0. Per essa valgono le stesse considerazioni di [10] nei riguardi dell'approssimazione.

7. Perdita di guadagno apparente di un'antenna per errori di puntamento

Gli errori di puntamento di un'antenna hanno come effetto una perdita apparente di guadagno G dell'antenna stessa, perché la direzione di massimo guadagno che si ha sull'asse del fascio non coincide più con la direzione del «*bersaglio*». Tale perdita di guadagno si indicherà con ΔG [dB] e quindi il guadagno dell'antenna nella direzione del «bersaglio», per effetto degli errori di puntamento risulta:

$$[11] \qquad G = G_{max} - \Delta G \qquad [dBi]$$

over G e G_{max} sono espressi in dBi.

Si può esprimere ΔG in funzione dell'*angolo φ di errore*, angolo compreso tra l'asse dell'antenna e la direzione del bersaglio con una espressione approssimata molto semplice

$$[12] \qquad \Delta G = 12\,(\varphi/\varphi_0)^2 \qquad [db]$$

che tuttavia risulta molto attendibile se usata in prossimità dell'asse del fascio [$(\varphi/\varphi_0) < 0,65$; $\Delta G < 5$ dB]. L'angolo φ_0 rappresenta anche qui l'apertura totale dell'antenna a metà potenza.

La formula [12], che rappresenta l'andamento del diagramma copolare dell'antenna nell'immediato intorno dell'asse, è stata ottenuta dall'osservazione che in prossimità dell'asse il diagramma di radiazione di molte antenne è approssimativamente descritto dalla funzione $\sin^2 x/x^2$ ove x è proporzionale al rapporto φ/φ_0. Questa particolare funzione ha un andamento molto simile alla funzione e^{-x^2} che spesso è indicata come «diagramma di radiazione Gaussiano».

Esprimendo questa funzione in unità logaritmiche si ottiene una curva della forma $-K\,(\varphi/\varphi_0)^2$ ove la costante K è determinata dal fatto che il diagramma di radiazione si riduce di 3 dB rispetto all'asse quando $\varphi = \varphi_0/2$; di conseguenza K = 12 (bibl. 3).

Per convenzione si assume $\Delta G > 0$ quando viene espresso in dB come risulta dalle [12] e [11]. Da queste si ricava l'espressione del guadagno apparente funzione dell'angolo di errore φ e dell'apertura φ_0 (anche G_{max} è funzione di φ_0: vedi [9])

$$[13] \qquad G = G_{max} - 12\,(\varphi/\varphi_0)^2 \qquad [dBi]$$

7.1 Calcolo dell'angolo di errore

Per utilizzare la [12] è necessario conoscere oltre che K_0 (oppure per la [10] il diametro dell'antenna) anche l'*angolo di errore* φ. Quest'ultimo non è sempre di sicura valutazione, anche se alcuni criteri pratici portano sempre a risultati conformi alla sperimentazione. Normalmente l'angolo di errore deriva, in impianti sprovvisti di inseguimento automatico (traking), da più di un evento, ognuno dei quali determina un angolo di errore parziale $\pm\varphi_1$; $\pm\varphi_2$; ... $\pm\varphi_n$.

Noti questi valori l'angolo totale di errore si ottiene con

$$[14] \qquad \varphi = \sqrt{\sum_{1}^{n} \varphi_n^2}$$

7.1.1 *Antenne con inseguimento automatico*

La ricezione nel servizio DBS normalmente non fa uso di inseguimento automatico sia perché le antenne riceventi sono in genere di piccolo diametro, essendo elevate le EIRP trasmesse per questo servizio, sia perché un servizio di utente non prevede impianti costosi.

In caso di «traking» è semplice la valutazione dell'angolo di errore φ, essendo esso molto piccolo e indipendente dallo spostamento del satellite; esso dipende dal tipo di apparati: con uso di «step-trak» l'errore massimo del puntamento dipende dal passo angolare di scansione, che per antenne comprese tra 3 e 10 m. circa può assumere un valore: $\varphi = \pm 5$, ± 6 centesimi di grado.

7.1.2 *Antenne sprovviste di puntamento automatico*

È il caso che normalmente si ha nella ricezione del servizio DBS. In questo caso gli angoli di errore parziale più importanti sono tre:

1) l'angolo $\pm\varphi_1$ è determinato dallo *spostamento del satellite* rispetto alla sua posizione nominale; il suo valore massimo può essere nell'intorno di ± 0,1° anche se in qualche caso questo angolo può raddoppiare. La perdita di guadagno apparente che ne deriva è tanto maggiore quanto più l'antenna è direttiva (o quanto maggiore è il suo diametro).

2) L'angolo $\pm\varphi_2$ è determinato dalla *stabilità del puntamento*; il suo valore dipende dalla rigidità della struttura e in genere è tanto più piccolo quanto più alto è il costo dell'antenna; esso viene valutato in assenza di vento e il suo valore può essere stimato tra ± 0,1° e ± 0,2°.

La Normativa ISPT per servizio DBS indica che tale valore con velocità del vento a 100 Km/h non superi il valore $\pm 0,5\,\varphi_0$; tale evento, se agisse da solo, porterebbe ad una perdita di guadagno apparente ΔG = 3dB (vedi [12]).

3) L'angolo $\pm\varphi_3$ è determinato dell'*errore di puntamento iniziale* ed è tanto maggiore quanto più l'antenna è piccola (φ_0 grande) poiché in questo caso il diagramma di radiazione, nell'intorno dell'asse dell'antenna, è tanto più piatto. φ_3 è quindi, in genere, riferito a φ_0. Un criterio accettato da molti (e riportato anche nella Normativa ISPT) indica che $\varphi_3 \cong \pm 0,15\,\varphi_0$.

Se questo errore agisce da solo si otterrebbe per la [12]: ΔG = 0,27 dB indipendentemente quindi dal diametro dell'antenna.

L'angolo totale di errore φ risulta quindi per la [14]:

$$[14'] \qquad \varphi = \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3^2}$$

8. Calcolo della perdita di guadagno apparente di un'antenna per errori di puntamento

Si utilizza direttamente la [13], capitolo 7.

$$[13] \qquad G = G_{max} - 12\,(\varphi/\varphi_0)^2$$

che mediante la [10] può essere scritta nella forma

$$[15] \qquad G = G_{max} - 2,34 \cdot 10^{-3} \quad \varphi^2 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2 \quad dB$$

Il guadagno apparente dell'antenna può quindi essere espresso in funzione dell'*angolo di errore* e di un altro parametro quale:

a) l'apertura φ_0 dell'antenna a − 3 dB (vedi [13])

b) il rapporto diametro/lunghezza d'onda ($\frac{d}{\lambda}$) (vedi [15])

c) il guadagno effettivo G come risulta dalla [15] in cui compare il rapporto $(d/\lambda)^2$ che è proporzionale al guadagno espresso in rapporto di potenze rispetto alla sorgente isotropa.

Utilizzando la [15] si considerano quattro casi che vengono rappresentati nella figura 7.

Essendo $G_{max} = 10\log_{10} [\eta(\pi . d/\lambda)^2]$, ponendo η = 0,65 e f = 12,1 GHz:

$$[16] \qquad G_{max} = 40,19 + 20\log_{10}(d) \qquad [dBi]$$

con d in metri che, inserita nella [15] sempre nell'ipotesi f = 12,1 GHz, si ottiene

$$[18] \qquad G = 40,19 + 20\log_{10}(d) - 3,81 \cdot \varphi^2\, d^2$$

Si considerano quattro situazioni per costruire il grafico di figura 7.

caso a) - Guadagno teorico in assenza di errori di puntamento.

Si pone nella [11]: $\Delta G = 0$ e si esprime G con la [16]

$$[17] \qquad G = 40,19 + 20\log_{10}(d) \qquad [dB]$$

caso b) - Guadagno apparente con step-trak e con errore di puntamento dovuto ad un passo angolare di scansione: $\varphi = 0,06°$.

Si pone $\varphi = 0,06°$ nella [18] e si ottiene

ANTENNE RICEVENTI PER DIFFUSIONE DIRETTA DA SATELLITE

$$[19] \qquad G = 40{,}19 + 20\log_{10}(d) - 13{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot d^2$$

caso c) - Guadagno in assenza di step-trak con i seguenti errori parziali di puntamento: $\varphi_1 = \pm 0{,}10°$
$\varphi_2 = \pm 0{,}15°$
$\varphi_3 = \pm 0{,}15\,\varphi_0$

Osservando che $\varphi_3 = \pm 0{,}15\,\varphi_0 = \pm 0{,}15(71{,}62)\lambda/d$, introducendo i tre valori nella [14'], e introducendo il valore di φ così ricavato nella [18] si ottiene

$$[20] \qquad G = 39{,}9 + 20\log_{10}(d) - 123{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot d^2$$

caso d) - Come il caso precedente con

$\varphi_1 = \pm 0{,}10°$
$\varphi_2 = \pm 0{,}20°$
$\varphi_3 = \pm 0{,}15\,\varphi_0$

si ottiene, in modo analogo con la [18]

$$[21] \qquad G = 39{,}9 + 20\log_{10}(d) - 190{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot d^2$$

Si riportano le quattro curve ricavate in grafico: guadagno G [dBi] funzione del diametro d[espresso in metri] (figura 7). Si possono fare le seguenti osservazioni:

curva a): in assenza di errori di puntamento il guadagno teorico espresso in dBi cresce secondo la legge logaritmica che lo rappresenta.

curva b): con *step-trak* il guadagno si mantiene prossimo ai livelli teorici con una perdita di solo 1/2 dB circa con antenna da 7 m e ~ 1 dB con antenna da 9 m.

curva c): in assenza di step-track i valori di errore indicati *possono ritenersi tipici* al pari di quelli usati per il *ricevitore tipo* (bibl. 9 e 10), per il Servizio DBS, in cui però, secondo Normativa ISPT, il diametro non può superare i 3 m; oltre tale valore si hanno perdite sul guadagno non più trascurabili fino a circa 6 m di diametro; oltre questo valore aumentando il diametro il guadagno apparente diminuisce per bersaglio fuori asse (con antenne da 3 m la perdita risulta superiore a 1 dB prevalentemente per effetto degli errori $\pm\varphi_1$ e $\pm\varphi_2$)

curva d): in assenza di step-trak un aumento di soli 5/100 di grado di φ_2 rispetto curva c) dà luogo ad un max di guadagno per antenne da circa 5 m.

Si può concludere che per antenne riceventi DBS, normalmente con diametri inferiori al metro, gli errori di puntamento risultano quasi trascurabili (vedi bibl. 7). Per la ricezione di paesi stranieri potrebbero essere necessari anche diametri superiori, però non maggiori di 3 metri (normativa ISPT).

Nel caso più generale di ricezione da satellite tuttavia, l'andamento delle curve di figura 7 mette in luce un fatto molto importante, che è il seguente: se il segnale da ricevere è molto basso ed è richiesto, come di solito, un valore minimo per il fattore di merito G/T della stazione ricevente (o un valore minimo del rapporto C/N necessario), può accadere che tale valore non si riesca *in nessun modo* a raggiungerlo perché l'aumento del diametro di antenna necessario, in presenza di errori di puntamento, potrebbe essere superiore al valore corrispondente al massimo del guadagno (curve c e d di figura 7). *In tal caso è inevitabile l'uso di «traking».*

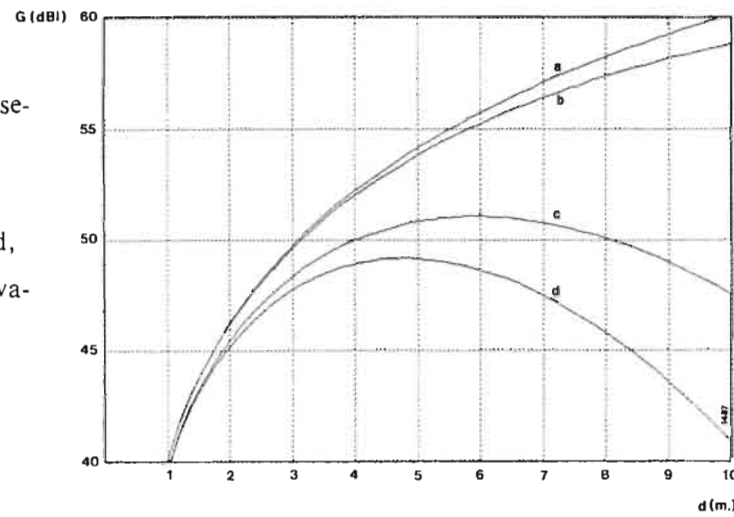



Fig. 7 — Guadagno apparente di un'antenna in funzione del suo diametro (per $\eta = 0{,}65$ e f = 12,1 GHz)
a) guadagno teorico in assenza di errori di puntamento
b) con inseguimento automatico [step-trak con passo angolare di scansione $\varphi = \pm (6/100)°$]
c) e d) senza puntamento automatico: aumentando il diametro dell'antenna, oltre certi valori il guadagno apparente diminuisce.
Gli errori considerati nel caso di assenza di «traking» sono: 1) spostamento del satellite rispetto alla sua posizione nominale; 2) stabilità del puntamento; 3) errore del puntamento iniziale.
Gli errori introdotti per la curva c) possono ritenersi tipici al pari di quelli usati per il «*ricevitore tipo*» (v. bibl. 10) per il Servizio DBS, in cui però, secondo Normativa ISPT, il diametro non può superare i 3 m.

In Appendice 2 è considerato l'aspetto analitico del problema.

APPENDICE 1

RAPPORTO DI PROTEZIONE

È definito come il rapporto tra la potenza del segnale utile e quella del segnale interferente che dà luogo ad una degradazione assegnata sul segnale video ricevuto. Tale degradazione è stata fissata in corrispondenza del grado 4,5 nella scala a 5 gradi del CCIR (bibl. 11).

L'andamento di tale rapporto è stato indicato in figura 1-A per sistemi di televisione a colori a 625 righe (G/PAL per l'Italia) trasmessi in modulazione di frequenza. I valori indicati sono stati ricavati determinando la banda di rumore con filtri da 27 MHz di banda a − 3 dB,

Fig. 1-A — Rapporto di protezione per sistemi di televisione a colori a 625 righe (G/PAL per l'Italia) in funzione della spaziatura tra i canali.

Curva A: componente copolare

$-12\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)^2$ per $0 \leq \varphi \leq 1{,}58\,\varphi_0$

-30 per $1{,}58\,\varphi_0 < \varphi \leq 3{,}16\,\varphi_0$

$-\left[17{,}5 + 25\log_{10}\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)\right]$ per $3{,}16\,\varphi_0 < \varphi$

dopo l'intersezione con la curva C prosegue con C

Fig. 2-A — Diagrammi di riferimento copolare A e contropolare B per l'antenna trasmittente del satellite nel servizio DBS.

con caratteristica di trasferimento a quattro poli, non equalizzati in fase.

Essi sono stati ottenuti come risultato di molte sperimentazioni e osservazioni soggettive da parte di vari organismi Europei per il Servizio DBS (bibl. 1) secondo le caratteristiche indicate nella Tabella 3 di bibliografia 9.

Il grafico (fig. 1-A) è stato ottenuto con modulazioni positive (transazione nero-bianco con incremento di frequenza) e spaziatura positiva per segnale interferente a frequenza più alta del canale utile.

ANTENNA TRASMITTENTE DEL SATELLITE

Nella figura 2-A sono indicati i diagrammi di riferimento copolare A e contropolare B per l'antenna in trasmissione del satellite, oltre alle equazioni relative alla curva A.

Si nota che in ascisse si ha il rapporto φ/φ_0 come se si trattasse di un'antenna con fascio a sezione retta circolare, mentre la maggior parte delle antenne in trasmissione nel servizio DBS ha fasci a sezione retta ellittica.

Si indica con ω_0 l'angolo di apertura totale a − 3 dB del fascio ellittico secondo l'asse maggiore, e ψ_0 l'analogo angolo secondo l'asse minore [vedi figura 3-A (in cui per semplicità di rappresentazione sono stati convenzionalmente rappresentati sugli assi dell'ellisse; in realtà essi sono gli angoli entro cui il satellite vede gli assi dell'ellisse su una sezione retta del suo fascio trasmittente)]. Volendo utilizzare i diagrammi di figura 2-A per valutare il *segnale utile* in un punto P_u, oppure il *segnale interferente* in un punto P_i secondo una direzione diversa da quella dei due assi dell'ellisse, occorre calcolare l'angolo di apertura φ_o (di valore intermedio tra ω_0 e ψ_0) nella direzione desiderata secondo P_u (oppure P_i) individuata dall'angolo α rispetto l'asse maggiore.

Tale angolo si ottiene con un calcolo di geometria piana e dello spazio; il suo valore è dato dalla:

$$[1\text{-}A] \qquad \varphi_0 = 2\,\mathrm{artg}\left\{\mathrm{tg}\left(\frac{\psi_0}{2}\right)\left[1 - \left(1 - \frac{\mathrm{tg}^2\left(\frac{\psi_0}{2}\right)}{\mathrm{tg}^2\left(\frac{\omega_0}{2}\right)}\right)\cos^2(\alpha)\right]^{-\frac{1}{2}}\right\}$$

L'angolo $\alpha = \delta - \beta$ è in relazione all'angolo δ (definito in Tabella 3 - bibl. 9) che determina l'orientamento dell'ellisse di copertura sulla superficie della terra, valore indicato in bibl. 1 per le antenne trasmittenti a fascio ellittico, nel servizio DBS, di tutti i paesi ($\delta = 137{,}0°$; $\omega_0 = 2{,}38°$; $\psi_0 = 0{,}98°$ per il fascio italiano B1 del satellite Olympus - F1); e β è l'angolo, sulla sezione retta del fascio tra la direzione considerata per il punto P_u (oppure P_i) e il piano dell'equatore.

Noto φ_0 calcolato con la [1-A] per una data direzione, si può utilizzare il diagramma di figura 2-A entrando in ascisse col parametro $(\varphi_{TX} - 0{,}1°)/\varphi_0$ essendo φ_{TX} l'angolo che individua la direzione passante per il punto considerato diminuito di 0,1° per tenere conto dell'errore di puntamento dell'antenna del satellite.

Fig. 3-A — Angolo φ_0 di apertura a - 3dB nella direzione P_u-P_i per un'antenna a fascio ellittico con aperture ω_0 e ψ_0 secondo gli assi dell'ellisse (per semplicità di rappresentazione gli angoli sono stati indicati sugli assi corrispondenti).

APPENDICE 2

Si considera la seguente espressione (v. [8] - bibl. 10) ricavata per il «ricevitore tipo» (Tab. 1 - bibl. 10):

[2-A]

$$C/N = \mathcal{P}_p + 20 \log_{10} (d_0) - (76,1 \cdot 10^{-3}) do^2 + 124,7 \quad [dB]$$

che fornisce il rapporto C/N (dB) in ricezione in funzione del flusso di potenza a terra $\mathcal{P}_p$ [dB(w/m²)] superato per il 99% del tempo del mese peggiore e del diametro d_0(m) dell'antenna ricevente (il pedice p applicato al flusso $\mathcal{P}_p$ indica: meteo 99% mese; il pedicco o applicato al diametro d_o indica il diametro riferito al *ricevitore tipo*).

Volendo calcolare il diametro d_o necessario per ottenere in ricezione un valore del rapporto C/N stabilito, ad esempio 14 dB, con un flusso a terra $\mathcal{P}_p$ noto, si sostituisce a C/N della [23] il valore 14. Si ottiene:

$$[2\text{-}A] \quad 10\log_{10} (d_o^2) - (76,1 \cdot 10^{-3}) d_o^2 + (\mathcal{P}_p + 110,7) = 0$$

Le radici di questa equazione forniscono i valori del diametro d_o per ottenere C/N = 14 dB col *ricevitore tipo*.

Si indica con $f(d_o)$ la funzione del diametro rappresentata dai primi due termini della [3-A]

$$[4\text{-}A] \quad f(d_o) = 10\log_{10} (d_o^2) - (76,1 \cdot 10^{-3})\, d_o^2 \quad dB(m^2)$$

che è stata rappresentata in figura 4-A per il *ricevitore tipo*. Si ha quindi:

$$[5\text{-}A] \quad f(d_o) = K_o$$

con

$$[6\text{-}A] \quad K_o = -(\mathcal{P}_p + 110,7) \quad dB(m^2)$$

Essendo K_o indipendente da d_o la [26] indica che le radici della [3-A] sono ottenute dalla intersezione della curva $f(d_o)$ con la retta K_o = cost. la cui posizione, una volta stabilito il valore del C/N (nell'esempio C/N = 14 dB), dipende solo dal flusso $\mathcal{P}_p$ per il ricevitore tipo (v. cap. 2 - bibl. 10) (figura 4-A).

Dalla [6-A] risulta che K = 0 quando $\mathcal{P}_p = -110,7$ dB(w/m²) e, per la [5-A], quando d_o è circa 1 m (d_o = 1,01 m). Per $K_o < 0$ si ha $\mathcal{P}_p > -110,7$ e d_o < 1m; per $K_o > 0$ risulta $\mathcal{P}_p < -110,7$ e d_o > 1m.

Ponendo uguale a zero la derivata $d[f(d_o)]/d[d_o]$ si individua la presenza di un massimo della funzione $f(d_o)$ che si verifica quando il diametro d_o = 7,56 m e che assume il valore $f_{max}(d_o)$ = 13,22 dB(m²).

È evidente perciò che se K > 13,22 dB(m²), il che equivale a $\mathcal{P}_p < -123,9$ dB (w/m²), non esistono soluzioni reali per la [24] e quindi non è possibile raggiungere il valore C/N = 14 dB. Ciò è possibile solo con «traking». I numeri considerati valgono, secondo le premesse, solo per ottenere C/N ≧ 14 dB con il *ricevitore tipo*, mentre l'andamento del fenomeno è del tutto generale.

(3850)

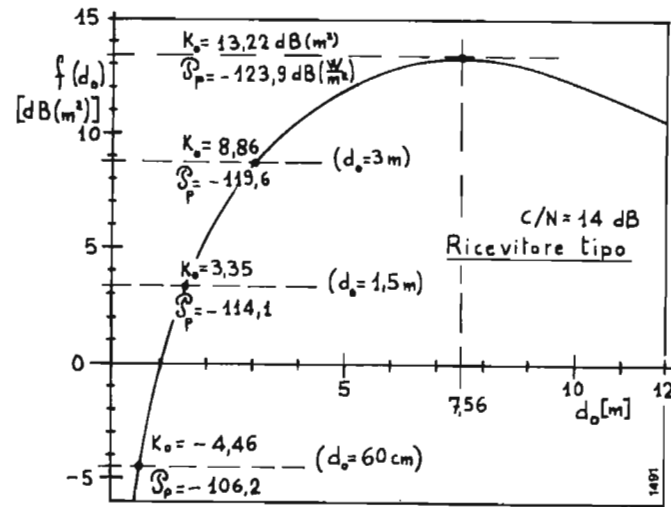



Fig. 4-A — Il diametro di antenna per avere in ricezione un valore C/N stabilito (ad es. 14 dB), si ha in corrispondenza della intersezione della retta K_o ($\mathcal{P}_p$) con la *funzione del diametro* $f(d_o)$. Per K_o > 13,22 dB(m²) ovvero $\mathcal{P}_p < -123,9$ dB(w/m²) non esistono radici reali per effetto degli errori di puntamento: in tal caso è inevitabile l'uso di «*traking*». I valori indicati sono riferiti al *ricevitore tipo* (vedi testo).

BIBLIOGRAFIA

1. - Atti finali della «Conferenza Amministrativa Mondiale delle Radiocomunicazioni per la Radiodiffusione da Satellite» UIT, Ginevra 1977.

2. - TOMATI, L.: *La pianificazione di un sistema di radiodiffusine televisiva da Satellite*. «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 5, 1977.

3. - MERTENS, H.: *Satellite Broadcasting. Design and planning of 12 GHz system*. Quaderno tecnico 3220 EBU, marzo 1976.

4. - CCIR: Report AF/10-11 Broadcasting-Satellite Service: Sound and Television - Reference patterns and technology for transmitting and receiving antennas. «Doc. 11/297/E - 1976».

5. - CCIR: Raccomandazione 652. 12 GHz receiving earth-station antenna and satellite transmitting antenna reference patterns for the broadcasting-satellite service. 1986.

6. - CCIR: Report 810-2. Broadcasting-Satellite Service. Reference patterns and tecnology for transmitting and receiving antennas» (1978-1982-1986).

7. - PACINI G. P., VITALONE R.: *La ricezione televisiva diretta da satellite nell'attuale progresso tecnologico*. «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1988.

8. - PACINI G. P.: *Ricevitore per televisione diretta da satellite: unità esterna*. «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1985.

9. - PACINI G. P.: *Satellite Olympus-F1*. «Elettronica e Telecomunicazioni», in questo numero.

10. - PACINI G. P.: *Ricezione del satellite Olympus in Europa e nel bacino del Mediterraneo*. «Elettronica e Telecomunicazioni», in questo numero.

11. - CCIR: Raccomandazione 500.

12. - GARAZZINO G.: *Radiodiffusione televisiva da satellite. Rapporti di protezione tra due canali TV-MF isofrequenziali o adiacenti*. Relazione tecnica n. 83/11/I, RAI - Centro Ricerche RAI, Torino, giugno 1983.

SPERIMENTAZIONE TV SU OLYMPUS: CARATTERISTICHE DEL SEGNALE IRRADIATO

G. MORO, G. GARAZZINO, D. TABONE, G. BLANCHIETTI*

SOMMARIO — In mancanza di una normalizzazione europea, la RAI ha studiato i principali problemi tecnici per quanto riguarda la scelta della frequenza delle sottoportanti audio per il segnale PAL da adottare per la sperimentazione di trasmissione con il satellite Olympus. Le caratteristiche dei ricevitori da satellite, attualmente sul mercato europeo, hanno rappresentato importanti fattori per tale scelta. Si individuano tre configurazioni di segnali PAL, con sottoportanti per l'audio stereo e/o bilingue di tipo analogico e con sottoportante numerica Nicam 728 (per audio o dati), che sembrano soddisfare ai requisiti di base della sperimentazione. Dai risultati delle prove di laboratorio si è quindi pervenuti alla scelta dei parametri tecnici del sistema da utilizzare nella sperimentazione Olympus. Si riportano quindi i risultati di prove di laboratorio effettuate sulle tre configurazioni individuate, utilizzando un simulatore del canale da satellite Olympus realizzato dal Centro Ricerche RAI ed un sistema ricevente di tipo commerciale.

SUMMARY — ***TV Experiments on the Olympus satellite: Characteristics of the broadcast signal.*** *Because of the lack of a European standardisation, the RAI has studied the main technical problems relevant to the choice of the audio subcarrier frequencies for the PAL signal to be adopted in the broadcast television experiment with the Olympus satellite. The characteristics of the satellite receivers, currently on the European market, resulted to be important factors in this choice.*
Three proposals are singled out relevant to PAL signals with analogue stereophonic sound and/or bilingual and with Nicam 728 digital subcarrier (for sound and data): they seem to cope with the basic requirements of the experiment. Hence, on the basis of the laboratory test results the choice of the system technical parameters to be used for the Olympus experiments was decided.
The results of the laboratory tests are given, carried out on the three considered systems, using an Olympus satellite channel simulator, implemented at the RAI Research Centre, and a commercial receiving system.

1. Introduzione

Con il satellite Olympus verrà effettuata una sperimentazione varia ed articolata. In particolare vi sarà una sperimentazione televisiva di programmi in PAL che occuperà la maggior parte del tempo di trasmissione pomeridiano e serale.

Inoltre vi sarà una finestra oraria in cui si svolgerà una sperimentazione tecnica propriamente detta in cui si sperimenteranno vari standard televisivi e radiofonici (D-MAC, D2-MAC, HD-MAC, sistema radiofonico DSR, sottoportanti numeriche, sistemi TV numerici, trasmissioni dati).

In questo articolo ci occuperemo della prima sperimentazione: delle caratteristiche del segnale irradiato PAL con annesse varie sottoportanti.

La sperimentazione della sottoportante Nicam 728, pur essendo trattata in questo articolo (le prove di laboratorio effettuate contenevano anche questa sottoportante) verrà svolta solamente durante la sperimentazione tecnica prima detta.

Le modalità della sperimentazione tecnica vera e propria verranno trattate in altro articolo di prossima pubblicazione.

2. Situazione della trasmissione TV da satellite in Europa

Esistono attualmente in Europa servizi televisivi con standard diversi (PAL, Secam e, prossimamente, D2-MAC e D-MAC) ricevibili da tre famiglie di satelliti (vedi Tabella 1):

— *satelliti di collegamento*
  Eutelsat, Intelsat, Telecom-1C
  (bande: 10,95-11,7 GHz e 12,5-12,75 GHz)
  polarizzazione lineare
— *satelliti quasi DDS*:
  ASTRA
  (banda: 11,2-11,45 GHz)
  polarizzazione lineare
— *satelliti DDS*:
  TDF1, Olympus, TVSAT-2 e BSB
  (banda: 11,7-12,5 GHz)
  polarizzazione circolare

Sui *satelliti di collegamento* viene usato il PAL con audio monofonico e frequenza della sottoportante MF tra 6,5 e 6,65 MHz. Fa eccezione il satellite Telecom-1C (fran-

(*) Ing. Giovanni Moro, p.i. Giorgio Garazzino, p.i. Dario Tabone, p.i. Giuseppe Blanchietti del Centro Ricerche RAI-Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla redazione il 13 novembre 1989.

TABELLA I.
PROGRAMMI E CARATTERISTICHE DEI SATELLITI RICEVUTI IN EUROPA

PROGRAMMI	NAZIONE	TRANSPONDER N°	SPOT	POLARIZZAZIONE	FREQUENZA MHz	CANALE ±1	STANDARD	DEVIAZIONE VIDEO MHz/V	DEVIAZIONE AUDIO KHz	DEENFASI	FREQUENZA AUDIO MHz	EXPANDER
TELECOM 1 C - 5° OVEST												
M6	F	1		V	12522	12	SECAM	22	30	J 17	5,8	YES
La CINQ	F	3		V	12606	22	SECAM	22	30	J 17	5,8	YES
CANAL J	F	6		V	12732	38	PAL	22	30	J 17	5,8	YES
EUTELSATT 1 (ECS) - 10° EST			W = OVEST		E = EST							
RAI UNO	I	1	W	H	11009	07	PAL	25	150	50 μs	6,6	—
TVE	S	2	W	H	11149	24	PAL	25	150	50 μs	6,6	—
RAI DUE	I	6	W	H	11640	87	PAL	25	150	50 μs	6,6	—
EUTELSAT 1 (ECS) - 13° EST												
RTL PLUS	L	1	W	H	11007	07	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
TV 5	F	4	W	H	11472	65	PAL	25	150	J 17	6,60	—
WORLDNET	USA	4	W	H	11486	67	PAL	25	75	J 17	6,60	—
GALAVISION	MEX	5	E	H	11565	78	PAL	25	—	—	6,65	—
SKY/ART'S/LANDS	UK	6	W	H	11650	87	PAL	16	50	50 μs	6,65	—
TELECLUB	CH	7	W	V	10986	04	PAL	25	50	—	6,50	—
3 SAT	D	8	E	V	11091	17	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
FILMNET	NL	9	W	V	11140	23	PAL*	25	50	J 17	6,60	—
SAT 1	D	10	W	V	11507	69	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
SUPERCHANNEL	UK	12	W	V	11674	90	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
INTELSAT VA F 11 - 27,5° OVEST												
MTV	UK	7.1.1	W	H	10975	04	PAL	20	50	50 μs	6,60	—
PREMIERE	UK	7.1.1	W	H	11015	08	PAL*	20	50	50 μs	6,60	—
CHILDREN CHANNEL	UK	7.1.2	W	H	11015	08	PAL	20	50	50 μs	6,60	—
SCREEN SPORT	UK	7.3.5	W	H	11135	23	PAL	20	50	50 μs	6,65	—
LIFESTYLE	UK	7.3.5	W	H	11135	23	PAL	20	50	50 μs	6,65	—
B.B.C. 1/2	UK	7.3.6	W	H	11175	29	PAL*	20	50	50 μs	6,65	—
CANAL 10	S	7.1.2	W	V	10995	6	PAL*	20	50	50 μs	6,65	—
CNN	USA	7.3.5/6	E	V	11155	25	PAL	20	50	50 μs	6,60	—
ANGLOVISION	UK	7.9.8	W	V	11515	71	PAL	20	50	50 μs	6,60	—
INTELSAT VA F 12 - 60° EST												
3-SAT	D	7.1.1		H	10971	02	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
WRD-3	D	7.1.2		H	11015	08	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
MUSIC-BOX/TELE 5	D	7.3.5		H	11135	23	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
BRMCHN-3	D	7.3.6		H	11135	28	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
ARD-1 PLUS	D	7.9.9		H	11175	74	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
EUREKA TV	D	7.9.10		H	11600	07	PAL	25	50	50 μs	6,65	—
TDF 1 - 19° OVEST												
	F	1		CD	11727	03	D2MAC	—	—	—	—	—
	F	2		CD	11804	13	D2MAC	—	—	—	—	—
	F	3		CD	11881	22	D2MAC	—	—	—	—	—
	F	4		CD	11958	32	D2MAC	—	—	—	—	—
	F	5		CD	12034	41	D2MAC	—	—	—	—	—
ASTRA - 19,2° EST												
SCREENSPORT	UK	1	1	H	11214	33	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
SCANSAT TV 3	SCAN	3	2	H	11214	33	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
LIFESTYLE	UK	5	1	H	11273	40	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
KINDERNET	NL	5	1	H	11273	40	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
SCANSAT TV 4	SCAN	7	2	H	11303	44	D2MAC	13,5	—	—	—	—
EUROSPORT	EUR	9	1	H	11332	47	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
FILM	NL	11	2	H	11362	51	PAL*	16	75	50 μs	6,50	—
SKY CLASSIC	UK	13	1	H	11391	55	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
MTV	UK	15	2	H	11421	58	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
	—	2	2	V	11229	34	—	—	—	—	—	—
DISNEY CHANNEL	USA	4	1	V	11259	38	PAL*	16	75	50 μs	6,50	—
		6	2	V	11288	42	—	—	—	—	—	—
SKY CHANNEL	UK	8	1	V	11318	45	PAL	16	75	-0 μs	6,50	—
	—	10	2	V	11347	49	—	—	—	—	—	
SKY NEWS	UK	12	1	V	11377	53	PAL	16	75	50 μs	6,50	—
	—	14	2	V	11406	57	—	—	—	—	—	
SKY MOVIES	UK	16	1	V	11439	60	PAL*	16	75	50 μs	6,50	—

* Programmi criptati (così trasmessi dal 15/12/88, ma suscettibili di modificazione).

cese) sul quale si trasmette in Secam e in PAL con audio a 5,8 MHz.

Nelle trasmissioni su ECS di RAIUNO e RAIDUE la sottoportante audio MF è a 6,6 MHz. Inoltre verranno inserite, a breve termine, le sottoportanti audio del sistema «Panda 1» Wegener a 7,02, 7,20, 7,38 e 7,56 MHz.

La deviazione di frequenza video è di 25 MHz/Volt. La larghezza di banda nominale del filtro IF del ricevitore è di 36 MHz.

Sul *satellite ASTRA* viene usato il PAL con audio principale MF a 6,5 MHz e quattro sottoportanti audio «Panda 1» Wegener già citate, la cui utilizzazione è flessibile e consente di avere una delle tre seguenti configurazioni: 2 coppie stereo, 1 coppia stereo e due audio indipendenti, quattro audio indipendenti.

La deviazione di frequenza video è di 16 MHz/Volt. La larghezza di banda nominale del filtro IF è di 26 MHz.

Su ASTRA è previsto in futuro l'uso del D2-MAC su alcuni programmi scandinavi e del D-MAC sui programmi della BSB (U.K.).

Sul *satellite TDF1* viene impiegato il D2-MAC, con quattro canali audio numerici, due dei quali utilizzati per l'audio stereo associato al programma TV. Gli altri due canali possono venire usati per due audio indipendenti (con banda 15 kHz), oppure per quattro audio di commento (con banda 7,5 kHz).

La deviazione di frequenza video è di 13,5 MHz/Volt e la larghezza di banda nominale IF è di 27 MHz (in accordo con la WARC '77).

3. Ricevitori da satellite - stato attuale

Un tipico sistema ricevente da satellite include:

- l'antenna
- l'unità esterna per la conversione alla prima IF (0,95-1,75 GHz)
- l'unità interna denominata anche ricevitore o sintonizzatore TV

Si esaminano brevemente le caratteristiche delle unità interne.

3.1 Sintonizzatori per ricezione condominiale

Questi apparati, in genere, sono costituiti da:

- una scheda di demodulazione MF, alimentata dal segnale alla prima IF, che fornisce in uscita il segnale multiplex di bandabase video-audio completo, il solo video composito PAL e l'audio monofonico principale;
- una scheda di rimodulazione AM/VSB in banda VHF/UHF che genera un segnale PAL con audio monofonico a 5,5 MHz.

Per quanto riguarda la frequenza della sottoportante audio ricevibile da satellite è possibile, nella maggior parte dei casi, la sintonizzazione manuale nel campo da 5,8 a 8 MHz. Per questo motivi, oltre ai problemi di intermodulazione sul video, l'ipotesi di impiegare per Olympus lo standard PAL usato dalla RAI nelle trasmissioni TV terrestri, con le sottoportanti audio a 5,5 e 5,74 MHz, per audio stereo o bilingue, è stata scartata perché sarebbe necessario modificare molti sintonizzatori da satellite inserendovi lo stesso decodificatore audio (mono, stereo, bilingue) impiegato nei televisori per segnali terrestri.

3.2 Sintonizzatori per ricezione individuale

Questi apparati sono sostanzialmente simili a quelli per ricezione condominiale per quanto riguarda la possibilità di ricevere i vari segnali da satellite, sia video che audio. Essi forniscono in uscita: un segnale PAL a radiofrequenza AM/VSB con audio mono (5,5 MHz) utilizzabile dai normali televisori con ingresso in antenna, e i segnali di banda base video ed audio da inviare alla presa di peritelevisione per i televisori più moderni forniti di tale presa.

Nei modelli più avanzati è incluso un dispositivo di controllo del puntamento dell'antenna tramite telecomando a raggi infrarossi. Tutti i modelli consentono di selezionare i canali da satellite tramite telecomando.

Alcuni ricevitori (es. Fuba, ITT-Nokia, Philips) possono ricevere anche segnali D2-MAC (in futuro è prevista la ricezione anche di segnali D-MAC). In uscita dal decodificatore D2-MAC sono disponibili i segnali video (R, G, B) e audio per l'invio tramite presa di peritelevisione. Inoltre è disponibile un segnale PAL a radiofrequenza ottenuto per conversione dal D2-MAC ed utilizzabile dai televisori con ingresso solo a radiofrequenza.

3.3 Nuovi televisori per ricezione diretta da satellite

È stato recentemente presentato dalla Thomson un televisore di nuova concezione, in grado di ricevere sia segnali televisivi terrestri (PAL e Secam) in VHF/UHF, che segnali da satellite (D2-MAC e PAL) con ingresso alla prima IF (circa 1 GHz).

È possibile ricevere segnali PAL da satellite (ECS e ASTRA) con audio monofonico con sottoportante di frequenza da 5,8 a 8 MHz. Nel caso di ASTRA è prevista la possibilità di ricevere anche le sottoportanti audio del sistema «Panda 1» Wegener.

La predisposizione del televisore alla ricezione dai diversi satelliti viene effettuato da menu, tramite telecomando.

4. Ricezione Televideo nei programmi RAI da Olympus

4.1 Gli standard

Come è noto, in Europa esistono due standard teletext: quello inglese (CCIR System B), usato in Italia dalla RAI e nella grande maggioranza dei paesi europei, e quello francese (CCIR System A), detto Antiope, ormai usato solo in Francia e praticamente solo sulle reti TV terrestri.

Sui satelliti ECS ed ASTRA viene usato esclusivamente il teletext inglese, trasmesso nella cancellazione di quadro del segnale PAL, analogamente alle trasmissioni terrestri.

Il sistema inglese viene utilizzato anche sul satellite TDF1 nella cancellazione di quadro del D2-MAC, per applicazioni prevalenti di sottotitolatura. La trasmissione avviene però secondo la codifica D2 (duobinario) ed il segnale teletext non può quindi essere «direttamente» ricevuto dagli attuali decodificatori.

Su TDF1 non risulta che venga al momento utilizzato l'Antiope, anche se un accordo franco-tedesco prevedeva la duplicazione dei sottotitoli (su programmi televisivi comuni) in francese e tedesco con i due standard teletext.

Recentemente, alcune Società di produzione TV francesi (es. Antenne 2) hanno iniziato a trasmettere sulle reti terrestri, oltre all'Antiope, anche il teletext inglese, che viene addirittura riconosciuto come «norma teletext europea».

4.2 PROBLEMATICHE DI RICEZIONE

I ricevitori PAL da satellite attualmente sul mercato sono, in maggioranza, dei sintonizzatori di canale e vengono inseriti tra l'antenna, comprendente l'unità esterna, ed il televisore. Tali apparati non dispongono di decodificatore teletext, ma forniscono in uscita il segnale PAL con il teletext nella cancellazione di quadro, sia in banda base che in radiofrequenza (su un canale VHF/UHF). Il segnale PAL in radiofrequenza viene normalmente utilizzato per la distribuzione negli impianti condominiali. Il teletext può quindi essere ricevuto utilizzando il decodificatore incorporato nel televisore domestico alimentato attraverso la presa di peritelevisione (in banda base) o tramite l'ingresso d'antenna (in radiofrequenza).

I programmi RAI contenenti il Televideo saranno quindi potenzialmente ricevibili in tutti i paesi europei serviti dall'Olympus, ad eccezione della Francia dove l'utenza domestica è normalmente equipaggiata con televisori Secam. La ricezione dei programmi RAI di Olympus in Francia porrà quindi le stesse problematiche già esistenti per la ricezione di RAIUNO e RAIDUE via ECS.

Si fa notare comunque che, in Francia, alcuni programmi televisivi da satellite vengono irradiati in PAL (vedere Tabella 1). È questo il caso di CANAL J su Telecom 1C e TV5 su ECS.

La ricezione di segnali PAL da parte della grande utenza televisiva francese sarà possibile quindi qualora si disponga di televisori PAL/Secam con decodificatore teletext bistandard, interconnessi al ricevitore/sintonizzatore da satellite, oppure di ricevitori/sintonizzatori di nuova concezione con decodificatori PAL e Televideo incorporati in grado di fornire in uscita i segnali R, G, B da inviare al televisore esterno. Questa soluzione è già adottata per la ricezione di segnali D2-MAC.

4.3 SOTTOTITOLATURA MULTILINGUE

Per quanto riguarda l'utilizzazione del Televideo per la sottotitolatura multilingue su Olympus è opportuno ricordare che esistono sul mercato essenzialmente due tipi di decodificatori per il sistema teletext inglese:

Tabella 2.

DIFFERENZE FRA LE VARIE LINGUE NELL'ALFABETO TELETEXET

POSIZIONE TABELLA	INGLESE	TEDESCO	SVEDESE	ITALIANO	FRANCESE	SPAGNOLO
2/3	£	#	#	£	é	ç
2/4	$	$	¤	$	ï	$
4/0	@	§	É	é	à	¡
5/11	←	Ä	Ä	°	ë	á
5/12	½	Ö	Ö	ç	ê	é
5/13	→	Ü	Å	→	ù	í
5/14	↑	Λ	Ü	↑	î	ó
5/15	#	–	–	#	#	ú
6/0	–	°	é	ù	è	¿
7/11	¼	ä	ä	à	â	ü
7/12	‖	ö	ö	ò	ô	ñ
7/13	¾	ü	å	è	û	è
7/14	÷	ß	ü	ì	ç	à
7/15	▬	▬	▬	▬	▬	▬

a) decodificatori monopagina e monolingua
b) decodificatori multipagina e multilingua.

I decodificatori di tipo (b), recentemente introdotti sul mercato, consentono di ricevere sei lingue, selezionabili a livello di pagina fra;

inglese, tedesco, svedese, italiano, francese, spagnolo.

Nella prima versione di tali decodificatori, introdotti qualche anno addietro, è possibile ricevere una delle tre lingue, selezionabile all'interno dei gruppi seguenti:

— italiano, francese e spagnolo, oppure
— inglese, tedesco e svedese.

I decodificatori di tipo (a), largamente diffusi nei vari paesi europei dall'inizio dei servizi teletext, consentono di ricevere correttamente una sola lingua, fra le sei sopra indicate: quella nazionale. Nell'alfabeto teletext le differenze fra le varie lingue risiedono nei quattordici caratteri o simboli grafici indicati in Tabella 2.

Per consentire la ricezione del Televideo e dei sottotitoli multilingue con decodificatori di tipo (a) sarebbe quindi necessario non utilizzare questi quattordici caratteri ed impiegare, per quanto possibile, le lettere maiuscole del repertorio base, oltre ai segni di interpunzione e ai numeri.

4.4 PRESTAZIONI NELLA RICEZIONE TELEVIDEO

Allo scopo di valutare le prestazioni dei ricevitori/sintonizzatori da satellite per la ricezione Televideo sono state effettuate prove nel Centro Ricerche RAI su otto apparati di tipo commerciale.

I risultati dettagliati delle misure sono riportati in Appendice (Caratteristiche Segnale Teletext) dalla quale si traggono le seguenti conclusioni:

— la qualità di ricezione del segnale video e teletext sul canale RAI del satellite Olympus dipende, nella sua area di servizio, essenzialmente dalle caratteristiche del filtro passa basso video dei ricevitori-sintonizzatori usati. Purtroppo esistono in commercio apparecchiature di scarsa qualità che introducono degradamenti sensibili su qualsiasi canale ricevuto. Anche in questi casi però è possibile

avere una buona ricezione, semplicemente inserendo fra il ricevitore ed il televisore un adeguato filtro passa basso a 5 MHz.

La situazione per quanto concerne la ricezione comunitaria, in teoria, è migliore in quanto il segnale video ricevuto, prima di essere modulato in AM/VSB dovrebbe essere filtrato. È comunque importante disporre di modulatori con buone caratteristiche specialmente nei paesi che per la trasmissione terrestre utilizzano la norma B, G, in cui si rende necessaria la preequalizzazione del ritardo di gruppo dei ricevitori.

5. Sistema Nicam 728

Il Nicam 728 è un sistema sviluppato dall'UER in collaborazione con l'industria europea per la trasmissione di una sottoportante numerica a 728 Kbit/s, in aggiunta all'audio principale TV, nelle trasmissioni PAL terrestri. Nello standard PAL a norma B, G la frequenza della sottoportante numerica è di 5,85 MHz; nella norma I è di 6,552 MHz.

Il Nicam 728 consente le seguenti configurazioni:

a) un canale audio stereofonico
b) due canali audio indipendenti (es. bilingue)
c) un canale monofonico e un canale dati a 352 Kbit/s
d) un canale dati a 704 Kbit/s

I canali audio sono di elevata qualità, grazie alla codifica numerica uguale a quella utilizzata nel MAC (14 bit compressi a 10).

Il canale dati (704 Kbit/s) offre una capacità trasmissiva molto elevata per futuri servizi telematici, equivalente a quella di tre reti Televideo terrestri che utilizzino 12 righe video per la trasmissione.

Il Nicam 728 è stato adottato nei paesi scandinavi, in Gran Bretagna ed in Spagna per le trasmissioni televisive terrestri.

Già esistono sul mercato televisori PAL equipaggiati con decodificatori audio per il Nicam 728. La Seleco ha in produzione un televisore di questo tipo in grado di funzionare sia con la norma B, G (sottoportante a 5,85 MHz) che con la norma I (sottoportante 6,552 MHz). Questo televisore è stato utilizzato dal Centro Ricerche nelle prove di laboratorio per la scelta dello standard PAL da Olympus.

6. Le proposte per la norma tecnica

La scelta di trasmettere in PAL sull'Olympus, nella fase di sperimentazione, ha richiesto una valutazione ponderata di vari aspetti: tecnici, industriali e commerciali.

La scelta del sistema PAL per la sperimentazione da satellite deriva soprattutto dalla possibilità di raggiungere una utenza supernazionale fin dall'inizio delle trasmissioni; d'altra parte il sistema consente comunque le seguenti possibilità:

— trasmettere Televideo ed in particolare sottotitoli multilingue,
— trasmettere audio stereo o bilingue,
— trasmettere dati ad alta velocità per applicazioni telematiche.

Si sono esaminate tre configurazioni base, indicate rispettivamente con A, B e C nel seguito. In tutte le configurazioni il segnale video ha le seguenti caratteristiche:

— banda base: $0 \div 5$ MHz (1 Voltpp)
— Televideo inserito nella cancellazione di quadro
— preenfasi CCIR Racc. 405-2
— segnale di dispersione di energia (25 Hz triangolare): deviazione 600 kHzpp
— deviazione di frequenza video: 13,5 MHz/Volt

Per le sottoportanti audio analogiche si sono inizialmente adottate:

— enfasi 50 μs
— deviazione di frequenza: 50 kHz di picco

CONFIGURAZIONE «A» (fig. 1a)

Essa ha, oltre al segnale video, le seguenti sottoportanti:

— audio principale TV 6,05 MHz (0,2Voltpp)
— sottoportante numerica Nicam 728 6,552 MHz (0,3Voltpp)
— audio per la seconda lingua 7,05 MHz (0,2Voltpp)

Questa configurazione consentirebbe:

— di fornire fin dall'inizio programmi TV con audio bilingue (analogico), ricevibili da gran parte degli attuali ricevitori da satellite (si richiede di risintonizzare il demodulatore audio sulle sottoportanti);
— di introdurre, a più lungo termine, utilizzando la sottoportante Nicam 728, programmi stereo o bilingue con audio numerico di *elevata qualità* o, in alternativa, servizi telematici ad alta capacità.

L'eventuale impiego del Nicam 728 per l'audio numerico potrebbe offrire all'industria nazionale interessanti opportunità di mercato per i nuovi televisori, attualmente prodotti per il mercato scandinavo, spagnolo e britannico (vedi paragrafo 5).

CONFIGURAZIONE «B» (fig. 1b)

Essa ha, oltre al segnale video, le seguenti sottoportanti:

— audio principale TV 6,6 MHz (0,2 Voltpp)
— sottoportante numerica Nicam 728 6,1 MHz (0,3 Voltpp)
— 1ª sottoportante «Panda I» Wegener 7,02 MHz (0,07 Voltpp)
— 2ª sottoportante «Panda I» Wegener 7,20 MHz (0,07 Voltpp)

Questa configurazione sentirebbe:

— una buona compatibilità sin dall'inizio delle trasmissioni con i ricevitori per ECS o ASTRA (nei ricevitori per ASTRA è necessario risintonizzare la sottoportante audio principale da 6,5 a 6,6 MHz);
— di introdurre sin dall'inizio delle trasmissioni program-

Fig. 1a — Banda base di trasmissione:
a) barre di colore; *b)* sottoportante audio principale; *c)* sottoportante numerica Nicam; *d)* 2ª sottoportante audio.

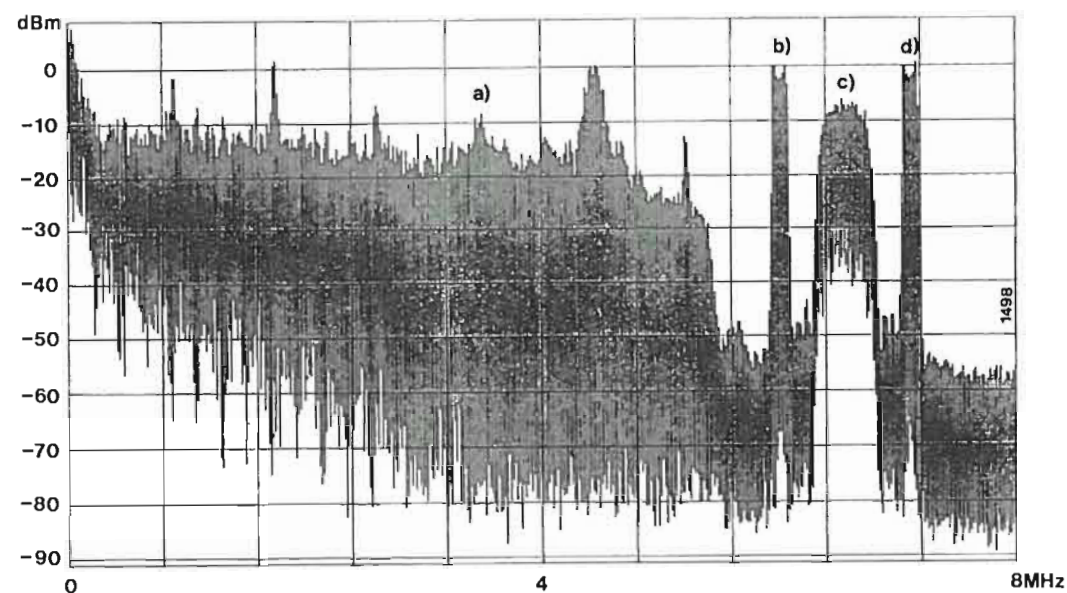



Fig. 1b — Banda base di trasmissione:
a) barre di colore; *b)* sottoportante numerica Nicam; *c)* sottoportante audio principale; *d)* 1ª sottoportante Wegener; *e)* 2ª sottoportante Wegener.

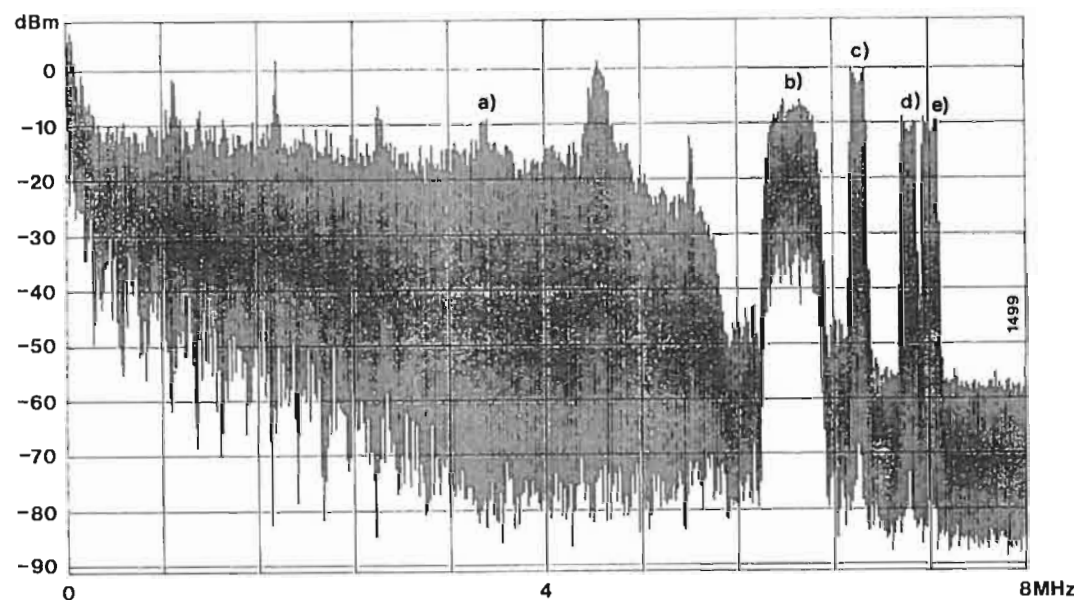
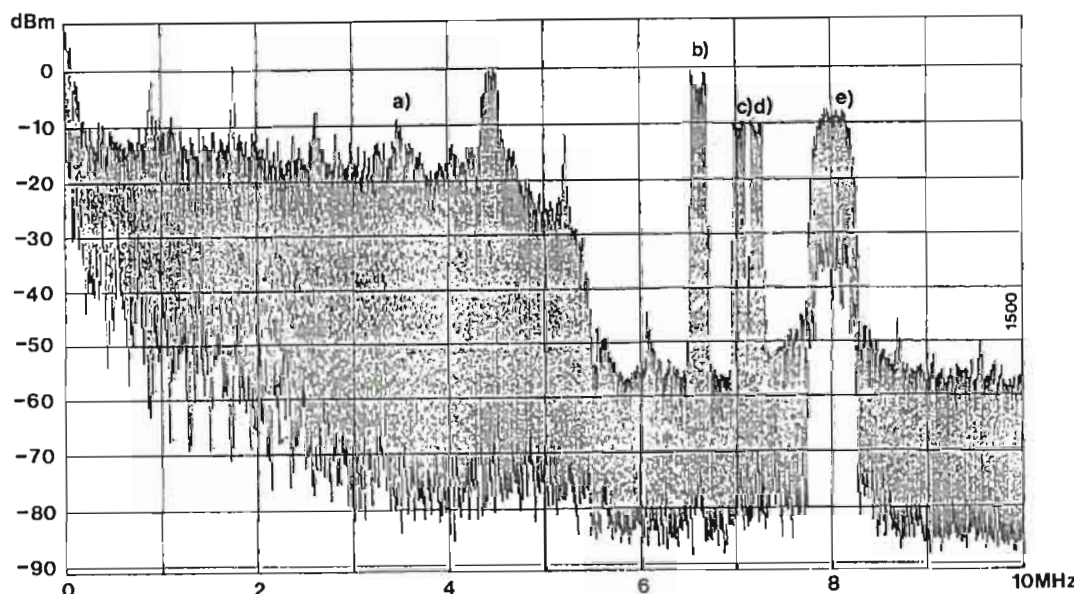



Fig. 1c — Banda base di trasmissione:
a) barre di colore; *b)* sottoportante audio principale); *c)* 1ª sottoportante Wegener; *d)* 2ª sottoportante Wegener; *e)* sottoportante numerica Nicam.

mi stereo o bilingue utilizzando le sottoportanti Wegener.
La ricezione sarà possibile con i sintonizzatori per ASTRA che già usa tali sottoportanti;

— di utilizzare, a più lungo termine, la sottoportante numerica Nicam 728 per servizi telematici ad alta capacità.

CONFIGURAZIONE «C» (fig. 1c)

Questa configurazione deriva dalla configurazione «B» e ha, oltre al segnale video, le sottoportanti seguenti:

- audio principale TV — 6,6 MHz (0,2 Vpp)
- 1ª sottoportante «Panda 1» Wegener — 7,02 MHz (0,07 Vpp)
- 2ª sottoportante «Panda 1» Wegener — 7,20 MHz (0,07 Vpp)
- sottoportante NICAM 728 — 8 MHz (0,3 Vpp)

Questa configurazione, oltre ai vantaggi della «B», ha quello di non richiedere in ricezione un filtro passa basso particolarmente ripido per eliminare dal video la sottoportante NICAM.

È da notare che le configurazioni, «B» e «C» oltre a utilizzare lo stesso multiplex audio previsto per ECS, consentono di aggiungere la sottoportante numerica Nicam 728 per servizi telematici ad alta velocità. Questa possibilità sembra particolarmente importante ai fini della sperimentazione tecnica.

7. Prestazioni delle configurazioni proposte

Le prestazioni delle tre configurazioni PAL descritte al paragrafo 6 sono state valutate in termini di qualità in funzione del rapporto C/N (portante/rumore) disponibile, utilizzando il simulatore del satellite Olympus realizzato dal Centro Ricerche RAI.

Il sistema ricevente era costituito da un sintonizzatore di tipo commerciale che forniva i segnali di banda base da inviare, tramite presa di peritelevisione, a due televisori commerciali (uno di tipo tradizionale e l'altro digitale con decodificatore Nicam 728), entrambi equipaggiati con decodificatore Televideo. Per la riproduzione del segnale audio sono state utilizzate due casse acustiche esterne.

Le valutazioni sono state effettuate separatamente sulle tre componenti del segnale PAL:

- video
- audio (analogico e Nicam)
- Televideo

La qualità è stata valutata utilizzando la scala a cinque livelli della Racc. 500 CCIR.

La figura 2 riporta i risultati relativi alla configurazione A e vale senza sostanziali differenze anche per le altre configurazioni.

Inoltre va segnalato che le prestazioni del PAL con sottoportanti «Panda 1» Wegener sono state già oggetto di valutazioni effettuate presso il Centro Ricerche RAI, per la configurazione ECS. I risultati sono stati ritenuti soddisfacenti per un impiego del sistema per commenti multilingue e per fornire canali audio musicali di qualità corrispondente a quella di un sistema analogico (bibl. 1).

Dall'esame della figura 2 si deduce quanto segue:

7.1 QUALITÀ VIDEO PAL

I risultati delle misure (curva a) confermano sostanzialmente le conclusioni della WARC '77.

Un grado di qualità 3,5 (tra buono e discreto) è ottenibile con un C/N di 14 dB.

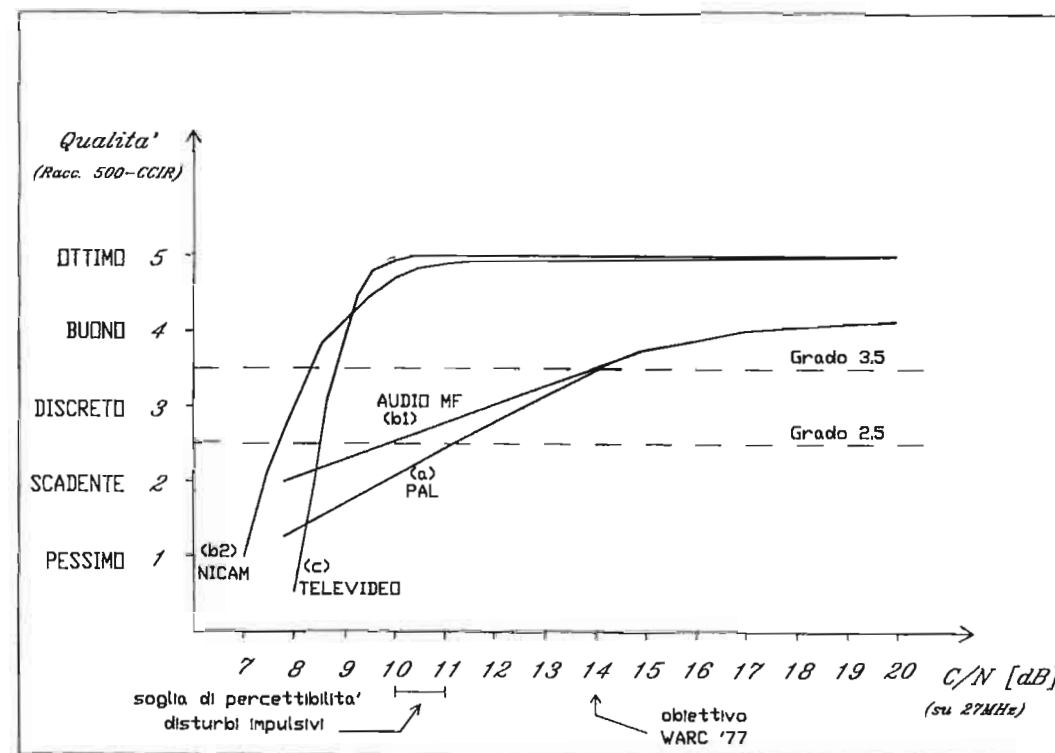



Fig. 2 — Grado di qualità in funzione del rapporto C/N per le componenti: Video, Televideo, Audio analogico e numerico Nicam.

La soglia di percettibilità dei disturbi impulsivi sull'immagine è risultata di circa 10 ÷ 11 dB.

Non si è riscontrato un apprezzabile degradamento della soglia rispetto alla condizione con la sola sottoportante audio principale.

7.2 Qualità dell'audio analogico e dell'audio Nicam

La qualità dell'audio analogico (curva b1) in funzione del rapporto C/N segue grosso modo l'andamento della qualità video (curva a). Al di sopra della soglia di visibilità dei disturbi impulsivi (C/N = 10 ÷ 11 dB) il degradamento dell'audio è dovuto al rumore di fondo.

In assenza di rumore, cioè con C/N superiore a circa 18 dB, la qualità dell'audio analogico è stata valutata di grado 4,5 (tra buono e ottimo).

La qualità dell'audio numerico Nicam 728 (curva b2) è confrontabile a quella dell'audio numerico del MAC, che usa la stessa codifica. Tale qualità si mantiene molto elevata (grado 5) e costante al diminuire del rapporto C/N fino al raggiungimento della soglia di visibilità dei disturbi impulsivi (C/N = 10 ÷ 11 dB), dove però la qualità video è già seriamente compromessa (Q_v = 2,5), per poi degradare rapidamente.

Questo comportamento del Nicam 728 è tipico dei sistemi numerici.

7.3 Qualità Televideo

La qualità di ricezione Televideo (curva c) segue approssimativamente l'andamento riscontrato sul Nicam 728.

La ricezione Televideo è risultata immune da errori per valori di C/N superiori a circa 10 dB.

Ciò consentirebbe di ricevere correttamente alla prima acquisizione pagine Televideo e programmi di Telesoftware, anche di alcuni Kbytes.

Per i sottotitoli che impiegano solo tre righe dati in confronto alle 24 righe della pagina Televideo, l'influenza degli errori di trasmissione è meno sentita.

7.4 Rapporti di protezione

Si è verificato che il segnale PAL nelle tre configurazioni esaminate può coesistere con segnali MAC nei canali previsti per la DDS in quanto sono soddisfatti, con adeguati margini, i rapporti di protezione cocanale e sul primo canale adiacente impiegati dalla WARC '77.

8. Parametri tecnici del sistema nella fase sperimentale

Tenendo conto delle prestazioni sostanzialmente equivalenti delle tre configurazioni e del vantaggio di mantenere la massima compatibilità con lo standard usato su ECS per le trasmissioni di RAIUNO e RAIDUE sin dall'inizio della sperimentazione si è deciso di adottare la configurazione « C », lasciando però aperta la scelta definitiva della frequenza della sottoportante NICAM 728, il cui impiego verrebbe comunque limitato alla sperimentazione tecnica.

Inoltre per migliorare le prestazioni dell'audio principale a 6,6 MHz si è deciso, dopo valutazioni sperimentali, di aumentare la deviazione di picco da 50 kHz a 75 kHz.

I parametri tecnici del sistema sperimentale sono riportati in Tabella 4.

9. Risultati

Sulla base dei risultati riportati ai paragrafi 7.1, 7.2 e 7.3 è possibile fare una stima dell'area di copertura del servizio offerto dalla RAI in via sperimentale impiegando il segnale PAL da Olympus.

Come risulta dalla fig. 2 la qualità del servizio è primariamente determinata dalla qualità del video e dell'audio analogico [curve (*a*) e (*b1*)].

Vengono individuate due condizioni di ricezione con qualità diverse:

a) *qualità video PAL* ≥ *3,5* (tra buono e discreto) assunta nella pianificazione WARC '77 (C/N ≥ 14 dB);

b) *qualità video PAL* ≥ *2,5* (tra discreto e scadente) disponibile in zone marginali (C/N ≥ *11 dB). È importante ricordare che con questa qualità video è ancora possibile una soddisfacente ricezione Televideo e Nicam.*

Tenuto conto dei risultati dello studio riportato in bibl. 2, si può pervenire alle seguenti conclusioni con l'aiuto della figura 3:

1. Si ottiene una qualità di ricezione $Q_v \geq 3,5$:

— in un'area centrale racchiusa dalla curva (*a*) (zona 1), comprendente Italia, Svizzera, Austria e Germania del Sud, con antenne di diametro compreso tra 40 cm (Roma) e 50 cm per le località al contorno;

— in Europa:
nell'area compresa tra le curve (*a*) e (*b*) (zona 2) con antenne di diametro compreso tra 50 e 90 cm.
Sono incluse città come: Parigi, Bruxelles, Amsterdam, Amburgo, Copenaghen, Goteborg, Varsavia, Buca-

Tabella 3.
Area di copertura del servizio e relativa qualità in relazione al diametro d'antenna

Zona	Qualità	Diametri d'antenna
1	$Q_v \geq 3.5$	40 cm (al centro)
		50 cm curva (a)
2	$Q_v \geq 3.5$	50 cm curva (a)
		90 cm curva (b)
3	$Q_v \geq 3.5$	90 cm curva (b)
		130 cm curva (c)
	$Q_v \geq 2.5$	65 cm curva (b)
		90 cm curva (c)

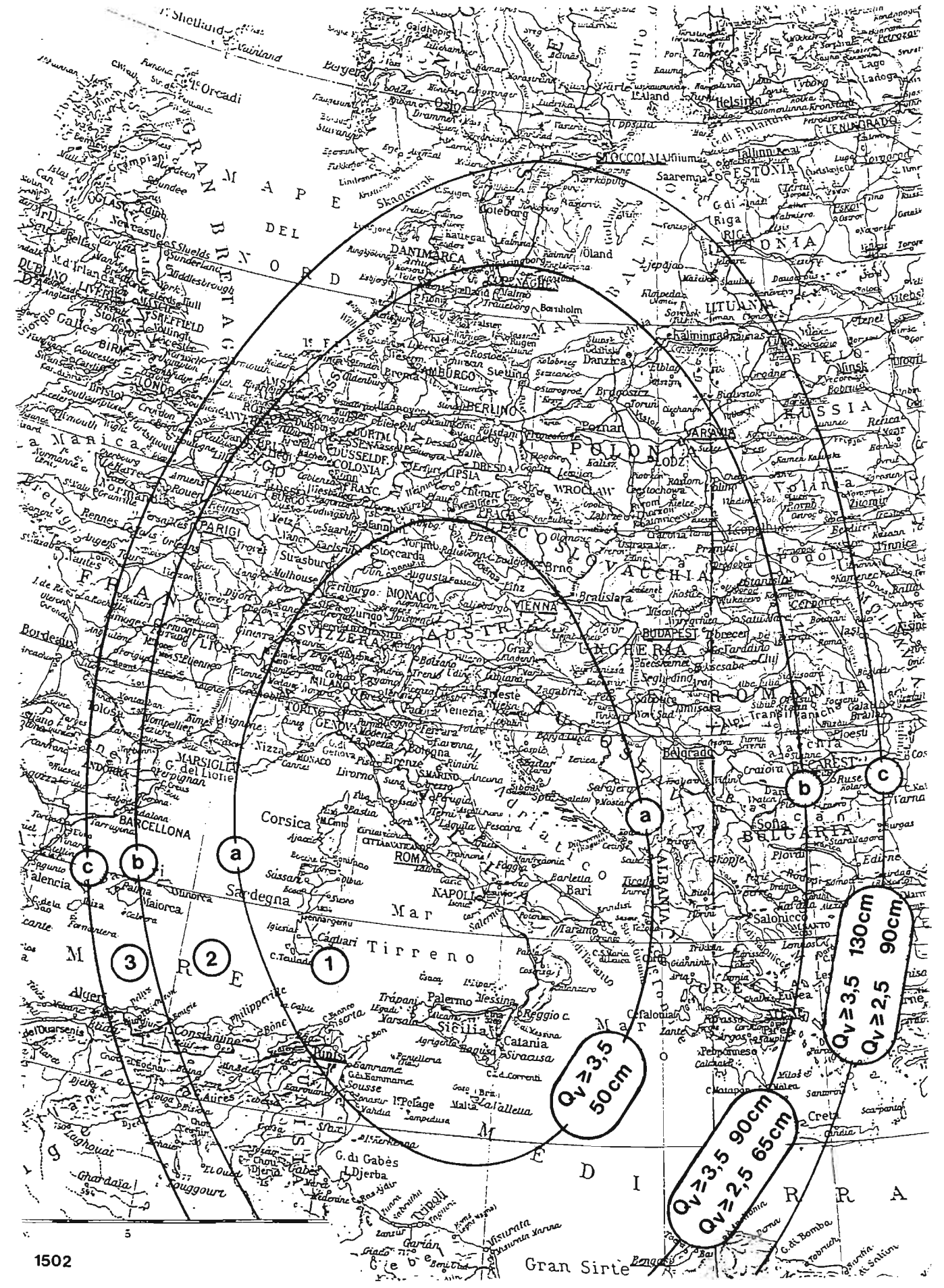



Fig. 3 — Copertura del satellite Olympus-F1, con indicazione del diametro d'antenna ricevente necessaria per ottenere la qualità video (Qv) indicata.

Tabella 4.
Parametri tecnici del sistema nella fase sperimentale

Segnale video:

- PAL (Racc. 472.2 e Rapp. 624-3 del CCIR)
- Banda di frequenza: 25 Hz - 5 MHz
- Ampiezza : 1 V picco picco
- Televideo RAI : nella cancellazione di quadro video (secondo lo standard teletext sistema B, Racc. 653 del CCIR)

Segnale audio:

- Banda di frequenza audio: 20Hz - 15 kHz

Sottoportante principale (mono oppure A + B):
- Frequenza : 6,60 MHz ± 0,005 MHz
- Deviazione di picco della sottoportante: 75 kHz
- Pre-enfasi : 50 μs
- Larghezza di banda nominale : 180 kHz
- Ampiezza picco-picco : 200 mV

Sottoportanti addizionali:

Frequenza	Modo 1	Modo 2
7,02 MHz	canale sinistro	1ª lingua aggiunta
7,20 MHz	canale destro	2ª lingua aggiunta

- Deviazione di picco : 50 kHz
- Pre-enfasi Wegener « Panda I »
- Larghezza di banda nominale : 130 kHz
- Ampiezza picco-picco : 70 mV

Sottoportante numerica:

- Nicam 728
- Frequenza : 8 MHz
- Bit-rate : 704 KBit/s
- Ampiezza picco-picco : 300 mV

Parametri di trasmissione:

- Modulazione di frequenza
- Deviazione di frequenza picco-picco: 13,5 MHz/v
- Pre-enfasi video : Racc. 405-2 CCIR
- Segnale di dispersione di energia:
  - forma d'onda triangolare a 25 Hz agganciata alla frequenza di trama video
  - deviazione di frequenza picco-picco dovuta al segnale di dispersione: 600 KHz

rest, Sofia, Atene, Barcellona oltre alla Tunisia e la costa libica.

Nell'area compresa tra le curve (*b*) e (*c*) (zona 3) si richiedono antenne tra 90 e 130 cm.

2. Si ottiene una qualità di ricezione $Q_s \geq 2{,}5$:

— in Europa:

nell'area geografica racchiusa tra le curve (*b*) e (*c*), con antenne di diametro compreso tra 65 e 90 cm.

Sono incluse città come: Le Havre, Dover, Stoccolma, Creta, Algeri.

Per ricevere a Londra con questa qualità sarebbe necessario impiegare antenne di almeno 1,2 m.

La Tabella 3 riassume le conclusioni precedenti relativamente all'area di copertura del servizio.

Si può osservare che l'impiego di antenne riceventi di diametro inferiore a 60 cm potrebbe, in un futuro lontano, creare problemi interferenziali specialmente in zone di copertura marginali.

Inoltre, tali antenne saranno probabilmente insufficienti in futuro per garantire una buona qualità di ricezione di segnali ad alta definizione secondo lo standard HD-MAC.

10. Conclusioni

La RAI, nel periodo sperimentale di due-tre anni con Olympus-F1, canale 24, intende effettuare trasmissioni televisive in PAL con sottoportante audio principale a 6,6 MHz e due sottoportanti aggiuntive a frequenze di 7,02 e 7,20 MHz di tipo Wegener (Panda I), utilizzabili per commenti multilingue e canali musicali.

Verrà inoltre inserita, prevalentemente a fini di sperimentazione tecnica, una sottoportante numerica tipo Nicam, 728, secondo la normativa UER per trasmissioni TV terrestri, che consentirà di effettuare sperimentazioni di trasmissione di servizi telematici ad alta capacità ed eventualmente di audio stereofonico o bilingue di elevata qualità.

Per il servizio di base televisivo sarà possibile utilizzare, con lievi modifiche, i ricevitori attuali per satelliti ECS ed ASTRA.

Fin all'inizio delle trasmissioni la RAI, attraverso il Televideo, intenderà anche fornire programmi sottotitolati multilingue, oltre a vari servizi telematici (es. Telesoftware, diffusione dati, ecc.).

Il segnale RAI, secondo la norma proposta, è stato oggetto di sperimentazione su canale simulato del satellite Olympus presso il Centro Ricerche RAI.

I risultati hanno dimostrato la compatibilità del segnale con la norma WARC '77 in termini di rapporti di protezione cocanale e sui canali adiacenti.

La sperimentazione ha evidenziato inoltre che la copertura del servizio è primariamente determinata dalla qualità video. Le conclusioni sono sinteticamente illustrate nella figura 3, dove si identificano tre zone di ricezione in Europa caratterizzate dal diametro dell'antenna ricevente necessario per assicurare un grado di qualità video ≥ 3,5 (tra buono e discreto), secondo la scala CCIR della Racc. 500.

(3852)

BIBLIOGRAFIA

1. - G. Moro, F. Bonacossa, G. Garazzino: « Prove preliminari di laboratorio sul sistema « Panda I » della Wegener communications per la trasmissione di canali musicali in supervideo », « Rai - Centro Ricerche », Relazione Tecnica N. 88/5/I.

2. - G. P. Pacini: « Ricezione del satellite Olympus in Europa e nel bacino del Mediterraneo », in questo stesso numero di Elettronica e Telecomunicazioni.

APPENDICE

PROVE SU RICEVITORI DA SATELLITE

Come è noto il ricevitore da satellite è costituito da una unità esterna (antenna e convertitore da 12 a circa 1 GHz), da una unità interna (demodulatore FM ed eventuale rimodulatore di ampiezza AM/VSB) e dal televisore.

Nel Centro Ricerche RAI, mediante il simulatore di satellite, sono state condotte prove su unità interne commerciali (denominate anche sintonizzatori o ricevitori) alimentate dal segnale uguale a quello che sarà irradiato dal satellite Olympus: segnale video in PAL con audio analogico monofonico con sottoportante a 6,6 MHz, audio stereo o multilingue su due sottoportanti a 7,02 e 7,2 MHz (Wegener) ed inoltre può essere sperimentato anche una sottoportante numerica a circa 8 MHz secondo il sistema NICAM.

Caratteristiche segnale video

In figura 4 sono riportate le curve di risposta ampiezza-frequenza di otto unità interne esaminate. Tali curve si riferiscono al segnale video utilizzato per alimentare il televisore direttamente in banda base attraverso la presa di peritelevisione nel caso di ricezione singola e nel caso di ricevitori per centralini condominiali al segnale video utilizzato per alimentare il modulatore AM/VSB.

Come si può osservare, le unità N° 3, 4, 5 e 7 hanno incorporati dei filtri passa basso e quindi risultano insensibili alla presenza di sottoportanti audio o dati con frequenza superiore ai 5,8 MHz.

Le unità N° 2 e 6 dispongono invece solo di una trappola elimina banda (il N° 6 è un ricevitore per centralino e la trappola risulta essere sintonizzabile manualmente); in questi due casi la presenza delle sottoportanti in trasmissione può deteriorare la qualità dell'immagine video e la ricezione del segnale teletext.

Le rimanenti due unità N° 1 e 8 in pratica non hanno filtri in uscita, per cui la presenza delle sottoportanti degrada notevolmente la qualità di ricezione. Per un loro corretto utilizzo è necessario interporre un filtro passa basso esterno prima dell'utilizzatore.

Occorre comunque segnalare che il ricevitore N° 8 viene attualmente venduto sia in Italia che in Inghilterra per la ricezione del satellite Astra.

Nell'ambito delle prove si sono eseguite anche misure di rapporto S/N video (rumore della banda 0 ÷ 5 MHz riferito al livello del salto bianco nero di 0,7 V) in funzione del C/N ricevuto con larghezza di banda di 27 MHz, ottenendo risultati molto omogenei: con C/N di 20 dB mediamente si è ottenuto 39 dB di S/N e con C/N di 14 dB rispettivamente 33 dB. L'influenza della presenza delle sottoportanti pesa per circa 0,5 dB.

Caratteristiche segnale teletext

Al momento attuale le unità interne in commercio, anche nella versione per la ricezione individuale, non dispongono di decodificatore teletext incorporato, per cui occorre utilizzare il decodificatore del televisore. Molto importante risulta quindi essere la qualità del segnale teletext all'uscita video del sistema ricevente.

Le prove sono state fatte utilizzando due televisori commerciali con differenti caratteristiche: uno di tipo tradizionale analogico con decodificatore teletext della seconda generazione ed uno di tipo digitale con il relativo decodificatore avente le stesse caratteristiche di visualizzazione del precedente.

I due televisori sono stati alimentati in bassa frequenza, mediante la presa di peritelevisione, con il segnale video in uscita dalle 8 unità interne, mantenendo sempre la stessa unità esterna. In Tabella 5 sono riportati i risultati delle misure.

Come si può osservare i ricevitori equipaggiati con filtri passa basso a 5 MHz (N° 3, 4, 5, 7) pur non presentando tutti delle aperture del diagramma ad occhio molto elevate consentono una corretta ricezione anche con rapporti di C/N pari a circa 10 dB e rapporti S/N video (fitrato a 5 MHz) di 26 ÷ 28 dB. In pratica, la ricezione del Televideo è consentita con circa 2 dB di margine rispetto alla comparsa degli spikes (disturbi impulsivi caratteristici della demodulazione sotto soglia) che compaiono con C/N di circa 10 ÷ 11 dB.

L'apertura del diagramma ad occhio del ricevitore N°

Tabella 5.
Caratteristiche del segnale teletext in uscita da otto ricevitori commerciali da satellite

Ricev. N°	Apertura Occhio (%) presenza Sottoportanti Si	No	Jitter (ns) presenza Sottoportanti Si	No	Criterio B C/N (db)	S/N (db)	Soglia spikes C/N (dB)
1	+ 18 - 21	+ 41 - 42	70	15	[1] 11 [2] 14	30,2 33,2	11
2	+ 23 - 31	+ 41 - 42	50	20	10	30	11
3	+ 27 - 33	—	30	—	9	27	10,5
4	+ 27 - 30	—	25	—	9	28,8	11
5	+ 28 - 34	—	30	—	10	28,6	11
6	+ 19 - 21	+ 41 - 39	70	20	[1] 11 [2] 14	30,5 33,5	10,5
7	+ 38 - 39	—	20	—	9	27,8	10,5
8	—	+ 30 - 40	—	30	[1] 20 [2] NF	38,5	10

[1] Decodificatore teletext TV analogico
[2] Decodificatore teletext TV digitale
Nei rimanenti casi, le prestazioni dei due decodificatori sono eguali.

0 RICEVITORE N.1 10MHz

0 RICEVITORE N.2 10MHz

0 RICEVITORE N.3 10MHz

0 RICEVITORE N.4 10MHz

0 RICEVITORE N.5 10MHz

0 RICEVITORE N.6 10MHz

0 RICEVITORE N.7 10MHz

0 RICEVITORE N.8 10MHz

1503

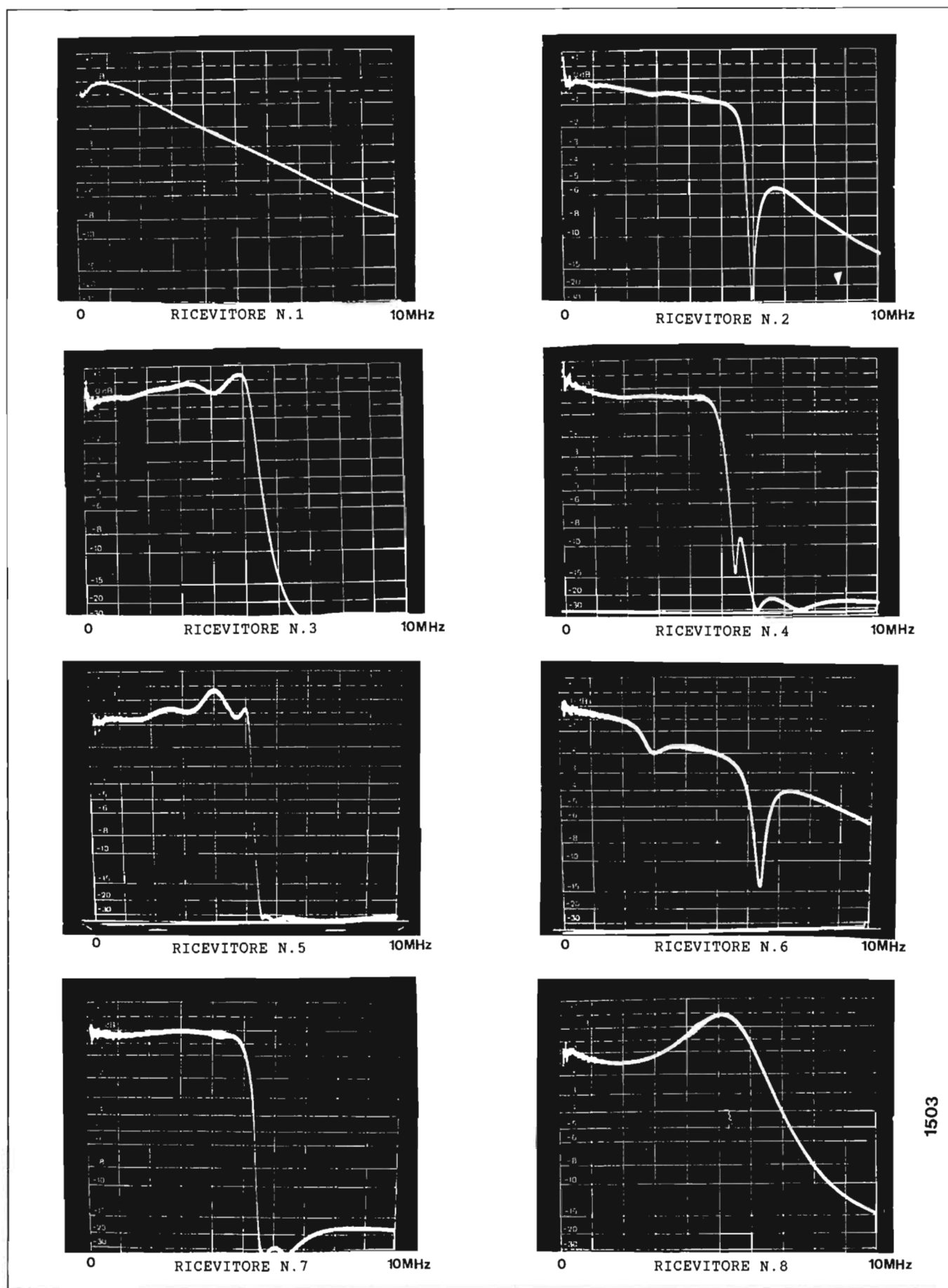



Fig. 4 — Curve livello-frequenza dell'uscita video di otto ricevitori commerciali da satellite.

7 è migliore in quanto il relativo filtro passa basso è più curato sia come risposta in ampiezza che come ritardo di gruppo.

È importante notare, che con i televisori suddetti, la soglia di funzionamento per i due decodificatori teletext è praticamente la stessa.

La unità interne N° 1, 2, 6 che non filtrano correttamente il segnale video, in presenza delle sottoportanti previste sul canale RAI di Olympus forniscono un segnale teletext con una apertura del diagramma ad occhio relativamente piccola accompagnata da un forte jitter. Ciononostante il decodificatore teletext del televisore analogico è ancora in grado di funzionare correttamente con rapporti di C/N di circa 10 ÷ 11 dB corrispondenti alla soglia di visibilità degli spikes, mentre con il televisore digitale la soglia di funzionamento per le unità interne N° 1 e 6 risulta salire a 14 dB di C/N.

L'unità interna N° 8 venduta per ricevere i programmi irradiati dal satellite Astra, la cui configurazione del multiplex audio video è molto simile a quella di Olympus, non è in grado di assicurare una ricezione Televideo: con il televisore analogico si riesce a ricevere il segnale teletext con qualche errore solo con rapporti di C/N superiori ai 20 dB, mentre con il digitale non funziona mai (apertura del diagramma ad occhio inferiore al 10%).

Anche in assenza delle sottoportanti l'apertura risulta del +30%, −40% con un jitter di 30 ns (prestazioni alquanto scadenti)

In Tabella 5, in corrispondenza della soglia del criterio B[1], è pure riportato il valore relativo del rapporto S/N video: come si può notare esso è sempre sufficientemente elevato a dimostrazione che la causa degli errori è determinata esclusivamente dalla presenza degli spikes.

CONCLUSIONI

Sulla base delle prove effettuate si deduce che la qualità di ricezione dei segnali video e teletext sul canale RAI del satellite Olympus dipende, nella sua area di servizio, essenzialmente dalle caratteristiche del filtro passa basso video inserito nelle unità interne usate. Purtroppo esistono in commercio apparecchiature di scarsa qualità che introducono degradamenti sensibili su qualsiasi canale ricevuto. È importante comunque ricordare che anche in questi casi è possibile avere una buona ricezione, inserendo fra l'unità interna ed il televisore un adeguato filtro passa basso a 5 MHz.

La situazione per quanto concerne la ricezione comunitaria, è meno critica in quanto il segnale video ricevuto, prima di essere modulato in AM/VSB dovrebbe essere filtrato. È comunque importante disporre di modulatori con buone caratteristiche specialmente per quanto riguarda la pre-equalizzazione del ritardo di gruppo, necessaria nei paesi che utilizzano la norma B e G.

(1) Criterio B: tre acquisizioni consecutive senza errori sulla stessa pagina Televideo, preferibilmente la pagina 198 (Monoscopio Televideo).

RICEZIONE DEL SATELLITE OLYMPUS IN EUROPA E NEL BACINO DEL MEDITERRANEO

GIULIO PAOLO PACINI*

SOMMARIO — Nell'occasione del lancio del satellite Olympus-F1 sono state riconsiderate le risultanze della «Conferenza Amministrativa Mondiale delle Radiocomunicazioni per la Radiodiffusione da Satellite» tenuta a Ginevra nel 1977 (WARC '77), che ha pianificato il servizio DBS (Direct Broadcasting Satellite), alla luce dei notevoli progressi conseguiti in questi ultimi anni sia attraverso studi e sperimentazioni sviluppate nel campo delle microonde, sia nelle tecnologie della componentistica relativa al «basso rumore». I risultati innovativi che oggi sono stati raggiunti nella Ricezione Diretta sono sostanzialmente i seguenti: costi relativamente più bassi negli impianti riceventi e prestazioni degli stessi alquanto più elevate sia per quanto concerne la qualità dei segnali ricevuti, sia per la possibilità di ricevere oltre ai programmi irradiati dal satellite nazionale, anche quelli di satelliti stranieri con impianti di modeste dimensioni e complessità. Diventa perciò interessante considerare come può essere ricevuto questo servizio al di fuori dalle frontiere nazionali, anche se la pianificazione era stata eseguita sulla base di una ricezione individuale e con l'intento di fornire un servizio a carattere prevalentemente nazionale. A tale scopo vengono date delle indicazioni sia sotto forma di tabelle, sia sotto forma di grafici che consentono di eseguire molto rapidamente calcoli grafici (link-budget) e di stabilire il tipo di impianto e le dimensioni dell'antenna per ricevere, da varie località dell'Europa e del bacino del Mediterraneo, i segnali irradiati dal satellite Olympus-F1 con una qualità prestabilita. Infine viene dato uno sguardo sull'Europa per esaminare la situazione attuale nei riguardi dei satelliti DBS presenti, tra quelli previsti in sede di pianificazione WARC '77.

SUMMARY — ***OLYMPUS satellite reception in Europe and in the Mediterranean area.*** *— On the occasion of the OLYMPUS-F1 satellite launch, the results of the «World Broadcasting-Satellite Administrative Radio Conference» held in 1977 in Geneva (WARC '77), which planned the DBS service, are reconsidered. In fact, remarkable progresses have been made in the last years both in the microwave field studies, and in the «low noise» device technologies. The innovative results obtained at present in the DBS Reception are the following: comparatively lower costs and higher performance of the receiving equipment. In effect, the received signal quality is improved and this makes it possible to receive, with fairly small and simple equipment, also the programmes broadcast by foreign satellites, in addition to those transmitted by the national satellite. It is therefore interesting to consider how this service can be received outside the national boundaries, even if the WARC '77 planning concerned individual reception and a mainly national service coverage. To this purpose, the article gives indications to carry out the link-budget calculation (both as tables and diagrams), and hence to choose the receiving equipment and the antenna size necessary to assure a given reception quality of the OLYMPUS-F1 satellite signals, also outside the national coverage area, i.e. in various parts of Europe and of the Mediterranean areas. Finally, the present European situation is surveyed, pointing out how many and which DBS satellites among those foreseen by the WARC '77 are active today.*

1 Generalità

Lo sviluppo nelle tecnologie dei dispositivi a basso rumore ha reso disponibili sul mercato componenti allo stato solido per microonde con caratteristiche notevolmente superiori a quelle disponibili all'epoca della pianificazione. Tra questi l'HEMT con caratteristiche di rumore e guadagno associato superiore al GaAsMESFET e tanto più verso le frequenze più elevate usate oggi nei servizi tramite satellite. Sono entrate di recente sul mercato *unità esterne* riceventi a 11 ÷ 12 GHz con figura di rumore di 0,9 ÷ 1 dB anche se attualmente sono ormai di normale impiego unità con figura di 1,5 ÷ 2 dB. I costi di questi componenti sono drasticamente scesi nel giro di un paio d'anni, come conseguenza della produzione di massa per l'industria, in maniera da potersi considerare adatti anche per ricevitori domestici. Oltre a ciò sono stati effettuati studi al fine di ottimizzare il progetto delle antenne per comunicazioni via satellite in termini di efficienza, isolamento di polarizzazione e riduzione della energia irradiata fuori asse; si dispone inoltre di maggiori conoscenze nel campo della caratterizzazione elettromagnetica delle strutture propagative di tipo planare (bibl. 4).

Come impatto sul progetto dei ricevitori da satellite verificatisi ad anni di distanza dalla pianificazione, figura in primo piano la possibilità di realizzare un *fattore di merito operativo* del ricevitore alquanto più elevato di allora, fino a valori $G/T \cong 13$ dB(K^{-1}) con antenna da 90 cm di diametro e cielo perturbato (meteo: 99% del tempo del mese peggiore) contro un $G/T = 6$ dB(K^{-1}) previsto in sede di pianificazione per le stesse condizioni operative.

(*) Ing. Giulio Paolo Pacini del Centro Ricerche della RAI - Torino

Dattiloscritto pervenuto alla redazione il 20 novembre 1989.

Nel seguito vengono dati i valori del flusso di potenza a terra nell'area dell'Europa e del bacino del Mediterraneo relativi ai segnali irradiati dal Satellite Olympus-F1 e vengono dati i diametri dell'antenna ricevente calcolati per ottenere un rapporto portante/rumore (o un *grado di qualità*) prestabilito, calcolati per un ricevitore con caratteristiche tipiche per questo servizio (indicato come «*ricevitore tipo*»). Sono inoltre forniti gli elementi per passare a caratteristiche del ricevitore diverse da quelle del *ricevitore tipo*.

Nella Tabella 1 sono indicate le caratteristiche del *ricevitore tipo*.

Secondo la convenzione, spesso usata per le attenuazioni o altre grandezze indicanti perdite che in rapporti di potenza sono espresse con numeri minori di 1, se espresse in decibel vengono indicate nel seguito con numeri positivi.

TABELLA 1.
CARATTERISTICHE DEL RICEVITORE TIPO.

Figura di rumore del ricevitore	$F = 2$ dB
Temperatura di antenna[1]	$T_a = 85$ °K
— Efficienza dell'antenna	$\eta = 0{,}65$
— Perdite di accoppiamento	$\alpha_{ac} = 0{,}5$ dB
— Banda di rumore del ricevitore	$B_n = 27$ MHz [74,3 dB(Hz)]
— Attenuazione per eventi atmosferici (meteo: 99% del tempo del mese peggiore)[2]	$\alpha_{at} = \alpha_v + \alpha_p = 0{,}3 + 1{,}3 = 1{,}6$ dB
— Aumento temperatura di antenna per eventi atmosferici (meteo: 99% mese)[3]	$\Delta T_a = T_M[1 - 10\uparrow(-\alpha_{at}/10)] = 77$ °K
— Temperatura del sistema[4]	$T_s = T_a + \Delta T_a + [(F/\alpha_{ac}) - 1]\, T_o = 388$ °K ≡ 25,9 dB (°K)
— Angoli di errore puntamento antenna ricevente (assenza di «*traking*»)	
1) Spostamento del satellite rispetto posizione nominale	$\varphi_1 = \pm 0{,}1°$
2) Stabilità del puntamento eseguito	$\varphi_2 = \pm 0{,}1$
3) Errore sul puntamento iniziale[5]	$\varphi_3 = \pm 0{,}15\, \varphi_0$
— Perdite sul guadagno di antenna per errori di puntamento [d_0 ≡ diametro (m.)][6] (v. [8] e capo 7 bibl. 6)	$\Delta G = 0{,}27 + 76{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot d_0^2$
— Peggioramento del C/N a monte del demodulatore per rumore introdotto nella tratta in salita [si è posto $(C/N)_u = (C/N)_d + (8 - 10)$ dB][7]	$N_u \cong 0{,}5$ dB
Frequenza delle portate in ricezione	$f = 12{,}1$ GHz
— Costante di Boltzman	$K = -228{,}6$ dB (W/Hz °K) ≡ $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ joule/kelvin

2. Rapporto portante/rumore C/N in ricezione a monte del demodulatore

2.1 C/N FUNZIONE DELLA EIRP IRRADIATA DAL SATELLITE E FATTORE DI MERITO DELLA STAZIONE RICEVENTE

Questo rapporto è per definizione

$$[1] \quad (C/N)_p = \frac{\textit{potenza utile del segnale}}{\textit{potenza di rumore}}$$

ove il rumore è valutato entro il canale minimo necessario per trasmettere il segnale utile[8] (il pedice p indica che C/N è in rapporti di potenza, non in dB) e nella *forma più consueta* viene espresso dalla

$$[2] \quad (C/N)_p = \frac{G}{T} \cdot \frac{(EIRP)_{SAT}}{KB} \cdot A_T \cdot N_u$$

ove $(EIRP)_{SAT}$ è la EIRP irradiata dal satellite sull'asse dell'antenna e in saturazione; A_T (attenuazione totale) tiene conto di varie attenuazioni

$$[3] \quad A_T = \alpha_v \cdot \alpha_p \cdot A_{sp} \cdot \Delta A_{cf} \cdot OBO_p$$

ove α_v e α_p sono definite in Tabella 1; A_{sp} è (detta impropriamente) *l'attenuazione dello spazio*

$$[4] \quad A_{sp} = \left(\frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\lambda}{D}\right)^2 = \mathcal{A} \cdot L$$

con D = distanza satellite — punto di ricezione a terra; $\mathcal{A}_{is} = \lambda^2/4\pi$ *area dell'antenna isotropa*; $L = [4\pi D^2]^{-1}$ «*spreading loss*» (bibl. 5 - paragrafo 2.2); ΔA_{cf} è l'attenuazione del segnale rispetto al centro del fascio e OBO (output back off) fornisce la misura della desaturazione del «*transponder*».

Nel seguito si suppone il satellite in saturazione $(OBO)_p = 1$ e ricezione al centro fascio $\Delta A_{cf} = 1$; la [3] si semplifica

$$[3'] \quad A_T = \alpha_v \cdot \alpha_p \cdot A_{sp}$$

Infine N_u (< 1 in rapporti di potenza) tiene conto del rumore introdotto dalla tratta in salita (noise up) e il suo valore è calcolato in Appendice.

Gli ulteriori elementi di riduzione del segnale utile sono contenuti nel *fattore di merito* G/T della stazione ricevente; essi sono: le *perdite di accoppiamento* α_{ac}, *l'invecchiamento dell'impianto* β_o e la *perdita apparente di guadagno* ΔG dell'antenna per *errori di puntamento*.

1: Valore misurato a cielo chiaro e a 30° di elevazione su prototipo da 90 cm di diametro.

2: α_v = attenuazione vapori; α_p = attenuazione supplementare per nubi e pioggia.

3: T_M = 250 °K (temperatura del mezzo).

4: Nella formula indicata F ed α_{ac} sono espressi in rapporti di potenza (non in dB). T_o = 290 °K

5: φ_0 angolo di apertura totale dell'antenna a metà potenza rispetto all'asse.

6: Il pedice o in α_o indica (qui e nel seguito) il diametro dell'antenna usata con il *ricevitore tipo*.

7: I pedici u e d si riferiscono alla tratta in salita (up) e a quella in discesa (down) (v. Appendice).

8: La banda di rumore relativa al canale trasmesso, viene per semplicità considerata la banda a - 3 dB del filtro FI in ricezione. Il filtro normalmente usato per questo servizio è una passabanda di tipo Butterworth a quattro poli (non egualizzato in fase) con larghezza di banda B_n = 27 MHz a - 3 dB. A rigore $B = \int |F(j\omega)|^2 d\omega$ essendo $|F(j\omega)|$ il modulo della caratteristica di trasferimento del filtro normalizzato ad 1. Per il filtro indicato, l'integrale calcolato tra 1 e 350 MHz ha fornito il valore B_n = 27,73 MHz, che comporta una differenza di 0,11 dB nel calcolo del C/N.

$$[5] \quad \frac{G}{T} = \frac{G_{RX} \cdot \Delta G \cdot \beta_o}{T_a + \Delta T_a + [(F/\alpha_{ac}) - 1]\, T_o} = \frac{G_{RX}}{T_s} \cdot \Delta G \cdot \beta_o$$

con

$$[6] \quad T_s = T_a + \Delta T_a + [(F/\alpha_{ac}) - 1]\, T_o \qquad \textit{temperatura del sistema}$$

In tal modo la [5] esprime il *fattore di merito «operativo»*.

2.2 C/N FUNZIONE DEL FLUSSO A TERRA $\mathcal{P}$

Ci si propone ora di esprimere il rapporto C/N in funzione del flusso a terra $\mathcal{P}$ per ottenere una relazione utile in alcuni tipi di problemi esaminati oltre. Rifacendosi alla definizione [1] considerando la ricezione al centro dell'area di copertura e il «*transponder*» saturato [$\Delta A_{cf} = 1$; $OBO_p = 1$], si ha:

$$[7] \quad \left(\frac{C}{N}\right)_p = \frac{\mathcal{P}_{cc} \cdot \mathcal{A}_{eff}}{KT_sB}\, \alpha_v \cdot \alpha_p \cdot \Delta G \cdot N_u$$

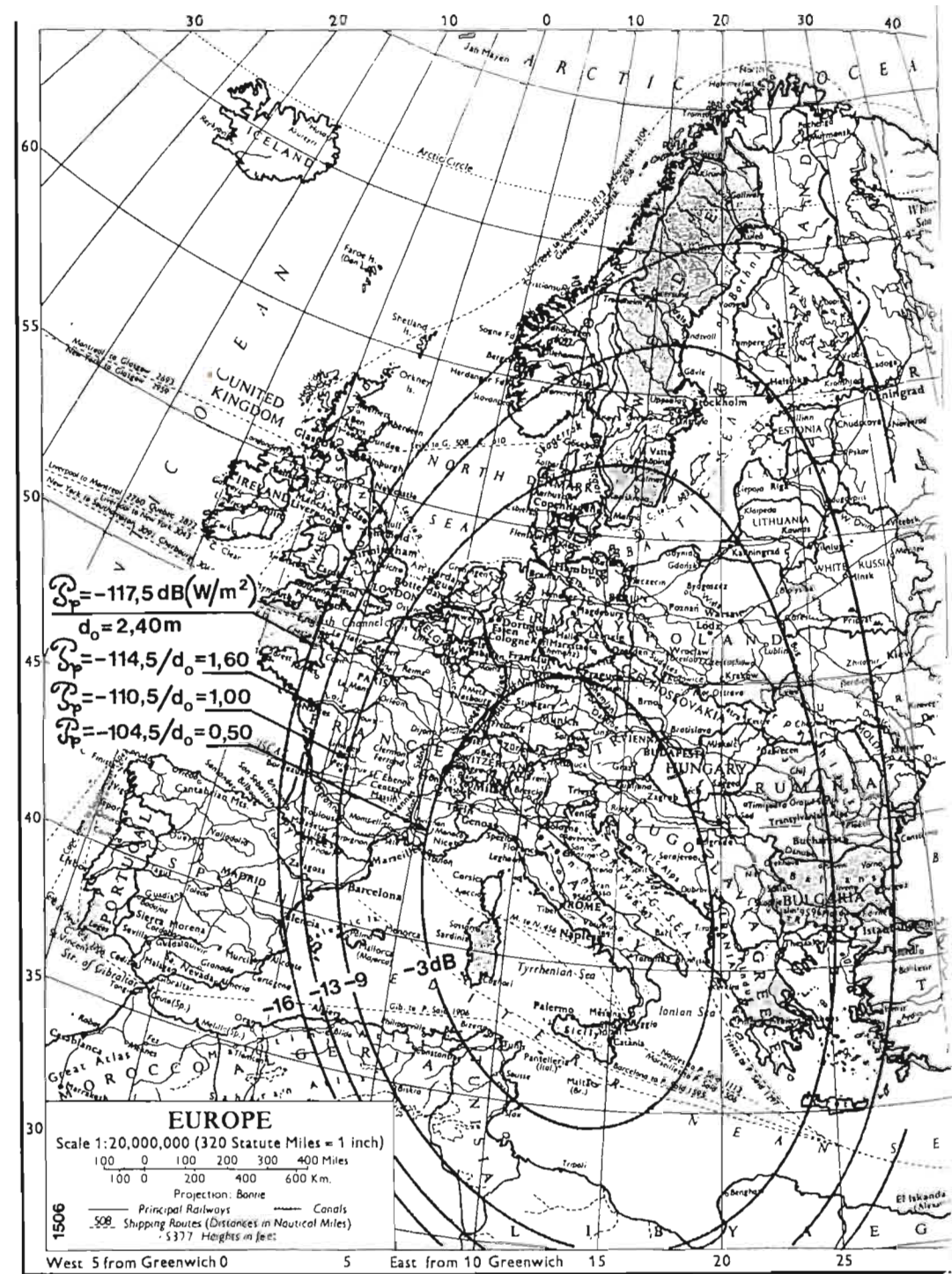



Fig. 1 — Curve di livello per il fascio italiano B1 di Olympus. Per ognuna di esse è indicato il flusso di potenza a terra $\mathcal{P}_p$ (meteo: 99% mese) e i corrispondenti diametri per ottenere a monte del demodulatore un rapporto C/N ≥ 14dB con «ricevitore tipo» (figura di rumore F = 2 dB).

ove $\mathscr{P}_{cc} \cdot \mathcal{A}_{eff}$ è la potenza (watt) catturata dall'area effettiva $\mathcal{A}_{eff}$ [m²] dell'antenna orientata nella direzione del flusso di potenza (vettore di Pointing) a terra $\mathscr{P}_{cc}$ [watt/m²] a cielo chiaro (pedice cc ≡ cielo chiaro) e $K T_s B$ è la potenza di rumore nella banda B.

Tenendo conto che il flusso di potenza a terra con cielo perturbato (meteo 99% mese) risulta $\mathscr{P}_p = \mathscr{P}_{cc} \cdot \alpha_s \cdot \alpha_p$ (pedice p ≡ pioggia) e che l'area di antenna effettiva è ottenuta come prodotto dell'area fisica $\mathcal{A}_{fis}$ per il rendimento η dell'antenna: $\mathcal{A}_{eff} = \eta \cdot \mathcal{A}_{fis} = \eta(\pi/4)d_o^2$ nel caso di riflettore circolare, la precedente si modifica nella:

$$[7'] \quad \left(\frac{C}{N}\right)_p = \eta \frac{\pi}{4} \frac{\mathscr{P}_p \cdot d_o^2}{K T_s B} \Delta G \cdot N_u$$

Esprimendo la [7'] in forma logaritmica e introducendo i valori indicati in Tabella 1 per il *ricevitore tipo* si ottiene:

$$[8] \quad C/N = \mathscr{P}_p + 20\log_{10}(d_o) - (76,1 \cdot 10^{-3})d_o^2 + 124,7 \text{ dB}$$

ove il valore delle costanti:
$76,1 \cdot 10^{-3}$ dipende da $\Delta G(\varphi)$
124,7 dipende da η; ΔG; N_u; K; T_s; B.

La [8] è il punto di partenza per il calcolo di alcuni dei risultati presentati nel seguito.

3. Ricezione nell'Europa e nel bacino del Mediterraneo del *fascio italiano* di Olympus

3.1 DIAMETRI DI ANTENNA PER LA RICEZIONE NELLE LOCALITÀ DEL CENTRO-EUROPA

Vengono riproposte quattro curve di livello (bibl. 5), relative al fascio italiano B1 dell'Olympus-F1 a −3/−9/−13/−16 dB rispetto al centro del fascio (boresight) [ove $\mathscr{P}_p$ = −101,5 dB (w/m²); meteo 99% mese (v. bibl. 5 - paragrafo 2.2)], tracciate su carta geografica per consentire il riconoscimento delle città (figura 1). Sulle ellissi sono indicati: il flusso di potenza a terra $\mathscr{P}_p$ (meteo 99% mese) e i diametri di antenna d_o (m) necessari per ottenere con il *ricevitore tipo* (v. Tabella 1) un rapporto C/N ≥ 14 dB (per il 99% del tempo del mese peggiore). Tale valore, con trasmissione del segnale video a *standard G/Pal*, è sufficiente ad ottenere con modulazione di frequenza e deviazione Δf_{pp} = 13,5 MHz/V un valore $(S/N)_{video}$ ≥ 33 dB non pesato corrispondente ad un grado di qualità 3,5 [nella scala a 5 gradi - CCIR, Racc. 500] (v. oltre figura 7).

Le ellissi sono state ottenute al calcolatore introducendo i valori del *diagramma vero* dell'antenna B1, i cui valori *misurati* sono stati gentilmente concessi dalla «*Selenia Spazio*».

3.2 TABELLA DI SERVIZIO DEL FASCIO ITALIANO

Nella Tabella 2 è dato un elenco degli Stati dell'Europa e del bacino del Mediterraneo che gravitano attorno al *boresight* italiano. Per ognuno di essi è indicata la capitale e in qualche caso altre città. Per ogni città è dato il valore del flusso di potenza a terra $\mathscr{P}_p$ superato per il 99% del tempo del mese peggiore ottenuto dal valore che si ha al centro del fascio [$\mathscr{P}_p$ = −101,5 dB (w/m²)] diminuito dell'attenuazione ΔA_{ef} rispetto al centro del fascio calcolato per ogni città, e il diamtro minimo d_o(m) di antenna necessario per ricevere il segnale del fascio italiano di Olympus con un rapporto, a monte del demodulatore C/N ≥ 14 dB facendo uso del *ricevitore tipo*. Per il grado di qualità del segnale ricevuto valgono le considerazioni fatte in 3.1.

TABELLA 2.
CITTÀ DI PAESI EUROPEI E DEL BACINO DEL MEDITERRANEO.

Per ognuna di esse è dato il flusso di potenza a terra superato per il 99% del tempo del mese peggiore e il diametro di antenna d_o necessario per ottenere un rapporto C/N ≥ 14 dB prima del demodulatore.

Con trasmissione del video a *standard G/PAL* tale valore è sufficiente per ottenere, modulando di frequenza con deviazione Δf_{pp} = 13,5 MHz/V, un valore (S/N) video ≥ 33 dB non pesato e un grado di qualità 3,5.

I valori dei diametri indicati si riferiscono a un «*ricevitore tipo*» (v. Tabella 1) con figura di rumore all'entrata F = 2 dB e temperatura di antenna Ta = 85 °K (a cielo chiaro) con elevazione di ~ 35°.

I valori dei diametri sono stati arrotondati in eccesso al cm. Non sono invece stati arrotondati ai valori nominali dei diametri reperibili in commercio per una valutazione più realistica delle condizioni di ricezione.

Non potranno essere usati per ricezione di segnali TV/MF diametri inferiori a 50 cm. (bibl. 6).

TABELLA 2.

PAESE	FLUSSO A TERRA [DB(W/M²)] METEO: 99% MESE	DO [M]	PAESE	FLUSSO A TERRA [DB(W/M²)] METEO: 99% MESE	DO [M]
ITALIA			YUGOSLAVIA		
Roma	−101,5	0,36	Belgrado	−105,5	0,57
Milano	−102,7	0,41	Lubiana	−103,0	0,43
Torino	−103,2	0,44	Zagabria	−103,2	0,44
Palermo	−102,1	0,39	Scopje	−105,8	0,59
Trieste	−102,6	0,41	Sarajevo	−103,7	0,46
Contorno −3 dB	−104,5	0,51	ALBANIA		
			Tirana	104,6	0,51
MALTA			GRECIA		
La Valletta	−103,4	0,45	Atene	109,3	0,89
DANIMARCA			CRETA		
Copenhagen	−109,0	0,86	Candia	113,0	1,35
FINLANDIA			TURCHIA		
Helsinki	−115,5	1,85	Istambul	116,5	2,10
NORVEGIA			Ankara	119,5	3,10
Oslo	−114,5	1,64	CIPRO		
SVEZIA			Nicosia	−130,5	No Rx
Stoccolma	−113,5	1,46	POLONIA		
IRLANDA			Varsavia	−108,8	0,84
Dublino	−132,0	No Rx	Cracovia	−107,5	0,72
G. BRETAGNA			CECOSLOVACCHIA		
Londra	−114,5	1,64	Praga	105,0	1,29
Edinburgo	−124,5	No Rx	UNGHERIA		
Glasgow	−126,5	No Rx	Budapest	105,3	0,56
OLANDA			ROMANIA		
Amsterdam	−109,0	0,86	Bucarest	−111,5	1,15
BELGIO			BULGARIA		
Bruxelles	−108,0	0,76	Sofia	108,0	0,76
FRANCIA			URSS		
Parigi	−109,5	0,91	Mosca	124,5	No Rx
Lione	−105,5	0,57	Leningrado	118,5	2,70
Nizza	−103,4	0,45	Kiev	118,5	2,70
Lilla	−109,7	0,93	ALGERIA		
SVIZZERA			Algeri	−112,5	1,2
Berna	−104,0	0,48	EGITTO		
GERMANIA W.			Il Cairo	131,5	No Rx
Bonn	−106,5	0,64	Alessandria	126,5	No Rx
Amburgo	−107,8	0,74	MAROCCO		
Dusseldorf	−107,5	0,72	Rabat	—	No Rx
Monaco	−103,5	0,45	LIBIA		
Berlino	−106,2	0,62	Tripoli	106,5	0,64
GERMANIA E.			Bengasi	−109,5	0,91
Lipsia	−105,5	0,57	TUNISIA		
AUSTRIA			Tunisi	−103,5	0,45
Vienna	−104,3	0,50	LIBANO		
PORTOGALLO			Beirut	—	No Rx
Lisbona	—	No Rx	ISRAELE		
SPAGNA			Tel-Aviv	—	No Rx
Madrid	−131,5	No Rx	SIRIA		
Barcellona	−109,8	0,94	Damasco	—	No Rx
			IRAQ		
			Baghdad	—	No Rx
			IRAN		
			Teheran	—	No Rx

Fig. 2 — Andamento del guadagno di antenna in funzione del diametro d_o (con *ricevitore tipo*: η = 0,65, f = 12,1 GHz). La curva A è riferita al guadagno teorico; la curva B tiene conto della perdita di guadagno apparente per effetto degli errori di puntamento (in assenza di «traking»).

I valori dei diametri sono calcolati mediante la [8] in cui si è posto C/N = 14 dB:

$$[9] \quad 10\log_{10}(d_o^2) - (76,1 \cdot 10^{-3})d_o^2 + \mathscr{P}_p + 110,7 = 0$$

Le radici di questa equazione in d_o^2 forniscono il valore del diametro d_o per ottenere C/N ≥ 14 dB a monte del demodulatore del *ricevitore tipo*. L'indicazione «No Rx» (non ricevibile) indica che d_o > 3 m, oppure $\mathscr{P}_p$ < −123,9 dB(w/m²) la qualcosa significa che la [9] non ha radici reali e quindi per la ricezione sarebbe necessario l'uso di «traking» (v. Appendice 2 - bibl. 6). Nella figura 2 è indicato l'andamento del guadagno in funzione del diametro d_o per il *ricevitore tipo* (η = 0,65; f = 12,1 GHz). La curva A è riferita al guadagno teorico; la curva B tiene conto della perdita di *guadagno apparente* per effetto degli *errori di puntamento* dell'antenna in assenza di «*traking*» (v. capo 7 - bibl. 6). Si nota che quando il diametro raggiunge i 3 m si ha una perdita di ~ 1 dB; a 4 m la perdita è di ~ 1,5 dB. Si nota inoltre la presenza di un valore massimo G_{MAX} = 53,14 dBi in corrispondenza del diametro d_o = 7,56 m oltre il quale, aumentando il diametro, il guadagno apparente cala. E ciò per effetto del non perfetto allineamento dell'asse dell'antenna sul «*bersaglio*» per effetto degli errori di puntamento.

Si nota nella Tabella 2 che alcuni diametri sono inferiori ai 90 cm, «*diametro minimo» previsto dalla WARC '77 (bibl. 1); e ciò non solo per realizzare con le tecnologie a quel tempo disponibili, un rapporto C/N* ≥ 14 dB (meteo 99% mese), ma anche per ottenere rapporti portante/interferenza C/I compatibili con i rapporti di protezione tra segnali TV/FM stabili dal piano (bibl. 6). In bibl. 3 è riportato uno studio che indica la possibilità di usare antenne in ricezione più piccole, fino a 60 cm di diametro, nell'ipotesi che tali antenne rispettino i requisiti indicati nei diagrammi di riferimento per l'andamento del guadagno sui lobi laterali; in bibl. 6 è stato inoltre osservato che per tali antenne sussiste ancora un piccolo margine. Come conclusione si può dire che potrebbe essere pericoloso usare antenne con diametri inferiori ai 50 cm che nella maggior parte dei casi non sarebbero più idonee a proteggere il segnale utile dalle interferenze, anche se i progressi tecnologici degli ultimi anni nei vari campi delle microonde potrebbero, anche con antenne più piccole, garantire un rapporto C/N ≥ 14 dB (v. capo 6).

Nel caso in cui si usi un ricevitore con caratteristiche diverse da quelle del *ricevitore tipo* per quanto riguarda *la figura di rumore* F e la *temperatura di antenna* T_a (F = 2dB; T_a = 85 °K per il *ricevitore tipo*), ferme restando le altre caratteristiche, la figura 3 fornisce un nuovo diametro d mediante il rapporto d/d_o ottenuto dal grafo ove in ascisse è posto il valore Δ(C/N) che indica di quanto è variato il rapporto portante/rumore al variare dei parametri rispetto a quelli del *ricevitore tipo*. Tali valori sono offerti dalla piccola tabella stampata sullo stesso grafico.

Il grafico (figura 3) è ricavato dalla

$$[10] \quad \Delta\left(\frac{C}{N}\right) = 76,1 \cdot 10^{-3} \cdot d_o^2 \left[\left(\frac{d}{d_o}\right)^2 - 1\right] - 10 \log_{10}\left[\left(\frac{d}{d_o}\right)^2\right]$$

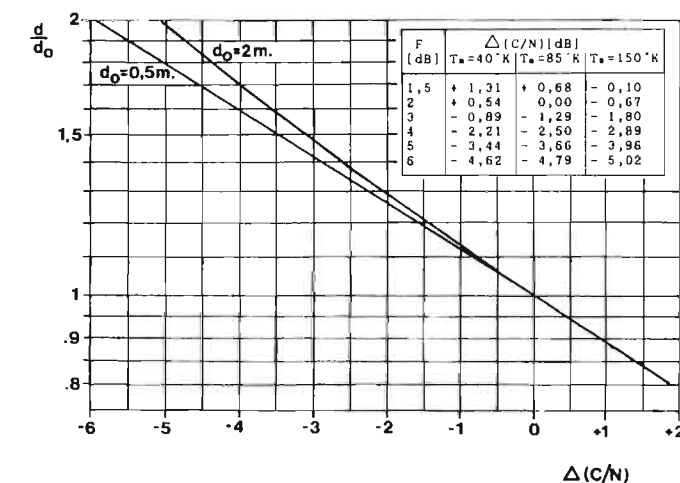



Fig. 3 — Il grafico consente di passare dal diametro dell'antenna d_o indicato in Tabella 2 (o in fig. 1) calcolato per il «*ricevitore tipo*» (F = 2 dB; T_a = 85 °K - v. Tabella 1) ad un altro diametro d tramite il rapporto d/d_o e la variazione Δ (C/N) del rapporto portante/rumore per un ricevitore che abbia caratteristiche diverse da quelle del «*ricevitore tipo*» assunte per il calcolo di Tabella 2 (e diametri figura 1). I valori Δ (C/N) sono forniti dalla piccola Tabella sul grafico, funzione di F e T_a.

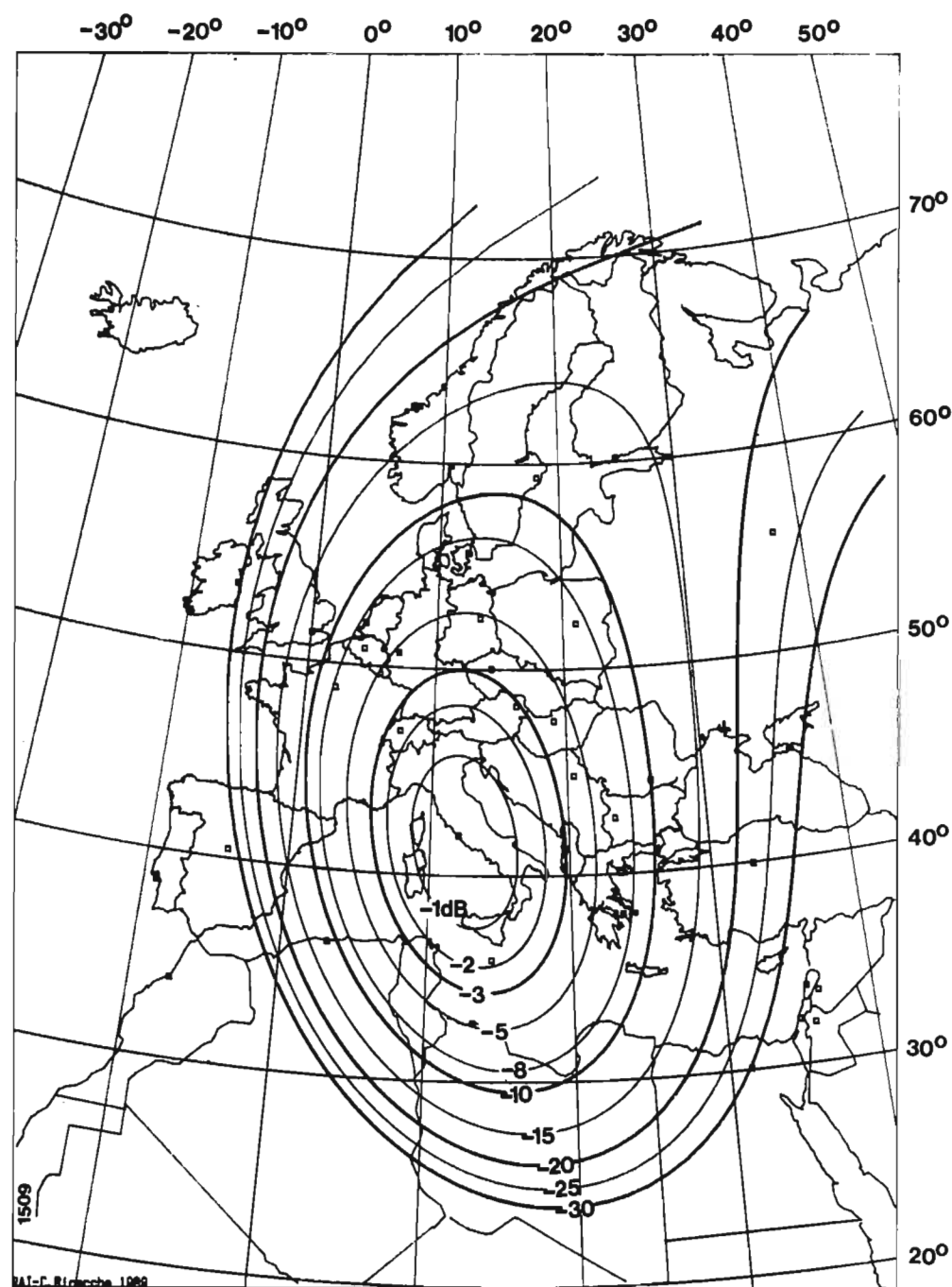



Fig. 4 — Impronta del fascio italiano B1 di Olympus. Il flusso di potenza a terra al centro dell'area di servizio è - 101,5 db (W/m²) [meteo: 99% mese peggiore].

ottenuta sottraendo la [8], valevole per il *ricevitore tipo*, da un'espressione identica ove compare il diametro generico d.

La piccola Tabella è stata calcolata considerando che l'espressione [7'] del C/N varia, a parità di tutto il resto, al variare della temperatura operativa del sistema T_s data da formula [6] (variando F e/o T_a). Questa variazione è stata confrontata col valore che assume T_s per F = 2 dB e T_a = 85 °K (*ricevitore tipo*).

3.3 IMPRONTA DEL FASCINO ITALIANO

Nella fig. 4 è dato per esteso e in dettaglio il «footprint» del fascio italiano fino a livelli estremamente bassi (− 30 dB) rispetto al centro del fascio (boresight) che è posizionato nel punto di coordinate geografihe P_i (12,3 E/41,3 N) a distanza di 38.382,75 Km dal satellite. Questo grafico consente, come descritto oltre, di conoscere il diametro di antenna necessario per qualunque località dell'Europa e nel bacino del Mediterraneo, per ricevere il segnale TV con valori prestabiliti sia del rapporto C/N sia del *grado di qualità* tra di essi correlati (v. oltre figura 7).

Le curve tracciate offrono un alto grado di precisione sia per le informazioni avute dalla Selenia Spazio che ha gentilmente concesso i *diagrammi di radiazione misurati* sull'antenna B1, sia perché con la memorizzazione del territorio è stato possibile collocare, tramite computer, ciascun valore calcolato al punto giusto.

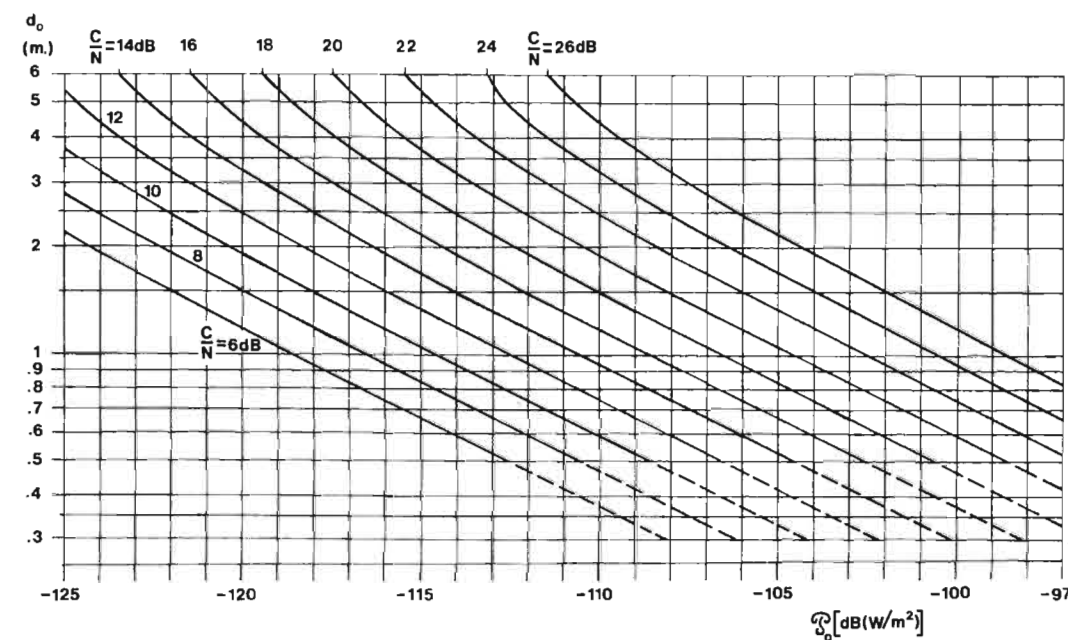
Ogni curva porta l'indicazione dell'attenuazione rispetto al centro del fascio, cosicché noto il flusso di potenza a terra al centro del fascio [$\mathcal{P}_p$ = − 101.5 dB (w/m²);

Fig. 5 — Il grafico rappresenta la relazione [8] (v. testo). Esso mette in relazione il rapporto C/N a monte del demodulatore del ricevitore che si può ottenere con il diametro d_o per un assegnato valore del flusso a terra $\mathcal{P}_p$ [meteo: 99% mese].

meteo 99% mese] è possibile conoscere il flusso a terra in qualunque altro punto della carta.

Noto il flusso a terra $\mathcal{P}_p$ in un punto e stabilito il valore del rapporto C/N che si desidera in ricezione, la formula [8] consente di conoscere il diametro necessario per ottenerlo. La [8] è stata visualizzata nel grafico della figura 5 parametrando alcuni valori di C/N; ciò permette una immediata soluzione grafica del problema. Se ad esempio si volesse conoscere il diametro d_o dell'antenna per ricevere da Parigi il segnale italiano con C/N ≥ 14 dB a monte del demodulatore, nella figura 4 risulta che questa città è sulla ellisse a − 8 dB dal centro (i piccoli quadrati sulla carta indicano le capitali delle varie nazioni). Ciò vuol dire che il flusso di potenza a terra nella città di Parigi è $\mathcal{P}_p$ = − 101,5 - 8 = − 109,5 dB (w/m²). La retta verticale passante per $\mathcal{P}_p$ = − 109,5 sulle ascisse del grafico di figura 5 interseca la curva C/N = 14 dB in corrispondenza del diametro d_o = 90 cm (cfr. Tabella 2).

Volendo usare un ricevitore con caratteristiche diverse da quelle del «*ricevitore tipo*», si utilizzerà ancora la piccola Tabella stampata sul grafico di figura 3 e il grafico stesso per conoscere il nuovo diametro. Se, ad esempio per il nuovo ricevitore è F = 6 dB e T_a = 150°, si ha Δ (C/N) = − 5,02 dB. Questo valore portato in ascisse del grafico fornisce un rapporto $d/d_o \cong 1,8$ e quindi $d \cong 1,8 \cdot d_o \cong 160$ cm. Lo stesso risultato si otterrebbe sul grafico di figura 5 intersecando la retta C/N = 14 + 5,02 ≅ 19 dB [si nota che il grafico di figura 5 è costituito da rette parallele ed *equidistanti* salvo verso i valori di diametro più elevati, maggiori di circa 2 m, per effetto degli errori di puntamento considerati. Il tratteggio al disotto del diametro di 50 cm serve a ricordare che non si può scendere oltre questo valore per segnali TV/MF; si può invece per altri servizi (v. oltre paragr. 4.3)].

Per concludere si nota sul «foot-print» l'andamento, consueto nelle antenne direttive, abbastanza piatto nell'intorno dell'asse del lobo principale e via via più ripido allontanandosi da esso (fino a che non è deformato dalla curvatura della terra). Si osserva ad esempio sulla Spagna, che mentre da Barcellona il segnale TV/MF è ricevuto con antenne di diametro inferiore a 1 m [$\mathcal{P}_p$ − − 110 dB (w/m²)], nella capitale Madrid, distante solo 500 Km circa in linea d'aria, [$\mathcal{P}_p$ < − 130 dB (w/m²)], non è possibile ricevere se non con grosse antenne munite di «traking».

4. Fascio europeo di Olympus. Caratteristiche

Il fascio europeo, prodotto dall'antenna B2 del pacco DBS, è a sezione retta circolare con apertura a metà potenza φ_o = 1,5°. Esso è puntato, in condizioni di «default» (assenza di comando da terra), al centro dell'Europa sul punto di coordinate geografiche P_E (7,8°E/46,2°N), ma è ripuntabile in qualunque località dell'Europa Occidentale (bibl. 5).

Nella figura 6 è tracciata l'impronta in condizioni di «default» con curve di livello fino a − 20 dB rispetto al suo centro. Sull'asse del fascio si ha EIRP = 63,1 dB(w) e quindi il flusso di potenza a terra al centro dell'area di servizio e $\mathcal{P}_p$ = − 101,2 dB (w/m²) [meteo: 99% mese] con trasponder saturato (bibl. 5). Sul fascio europeo, con caratteristiche del tutto simili ai canali WARC (B_n = 27 MHz), può essere commutata la frequenza (can. 20 o can. 28) e/o il senso di polarizzazione (circolare destra o sinistra); e ciò per facilitare il coordinamento e la compatibilità con altri punti di ricezione in ambito europeo.

Mediante questo fascio saranno condotti, da parte di alcuni organismi europei, diversi esperimenti di cui se ne citano alcuni.

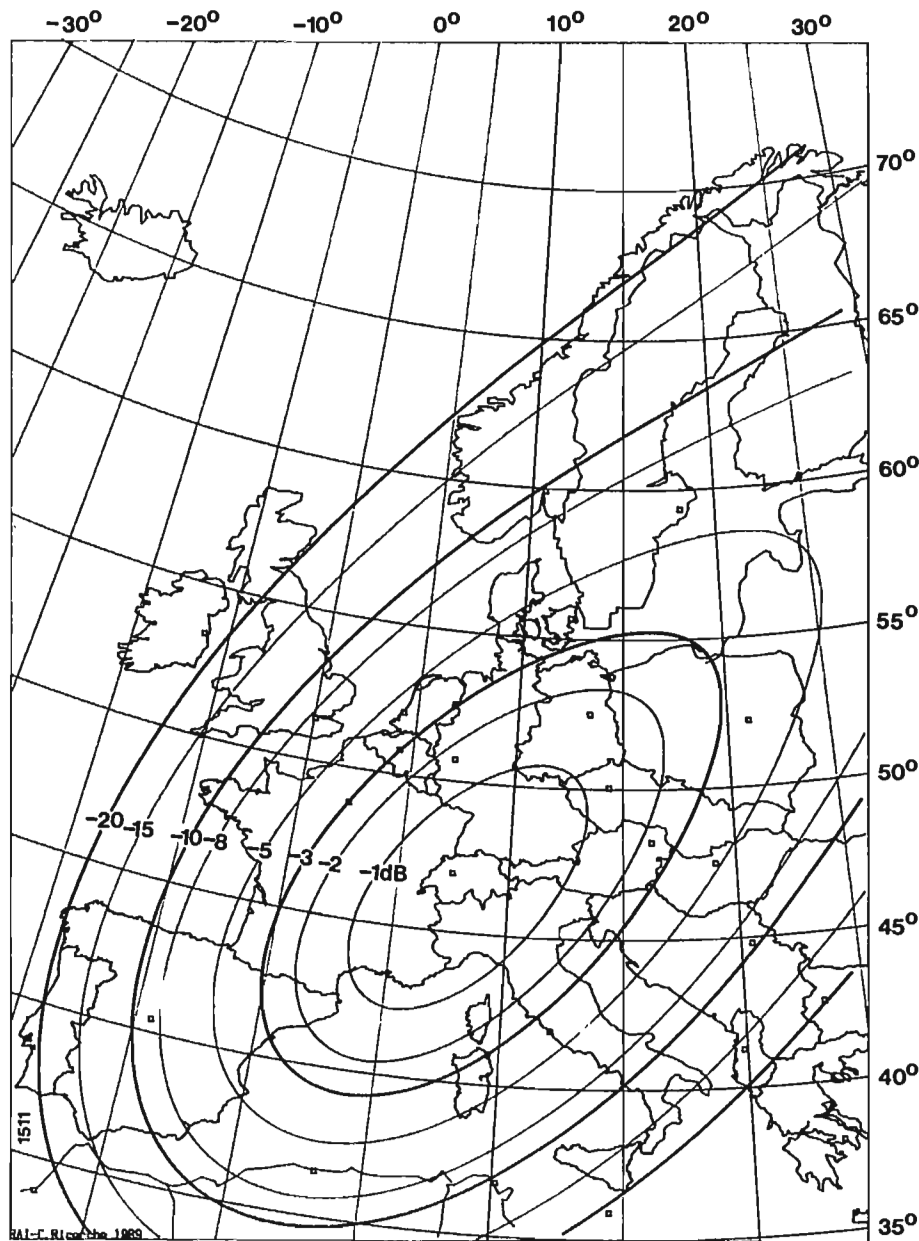



Fig. 6 — Impronta del fascio europeo B2 di Olympus in condizioni di « default » (assenza di comandi). Il flusso di potenza a terra al centro dell'area di servizio è $\mathscr{P}_p = -101,2$ dB (w/m^2) [meteo: 99% mese - « transponder » saturato].

4.1 ESPERIMENTI DI TV/MF A STANDARD PAL

Ricezione a Londra con grado di qualità Q = 4.

Dal foot-print di figura 6 risulta che Londra è sulla ellisse a -8 dB, e quindi per questa città $\mathscr{P}_p = -109,2$ dB(w/m^2). In figura 7 risulta che per il sistema PAL il grado Q = 4 si ottiene con C/N ≅ 17 dB. Tramite il grafico di figura 5 si ottiene $d_o = 1,2$ m (meteo 99% mese; *ricevitore tipo*).

4.2 ESPERIMENTO DI TV/MF A STANDARD « FAMIGLIA MAC »

Ricezione a Roma con grado di qualità Q = 4,5

Sull'impronta (figura 6), Roma sta sull'ellisse a -4 dB, quindi per questa città $\mathscr{P}_p = -105,2$ dB (w/m^2). Per il sistema MAC, il grado Q = 4,5 si ottiene con C/N = 16 dB (figura 7). Dal grafico di figura 5 risulta $d_o \cong 70$ cm.

4.3 ESPERIMENTI DI RADIODIFFUSIONE DI CANALI AUDIO MUSICALI

È stato proposto e preso in considerazione per diffusione audio da satellite, il sistema tedesco indicato con l'acronimo DSR (Digitaler Satelliten Rundfunk) Radiodiffusione Digitale da Satellite. Il sistema, descritto in bibliografia 7, consente di diffondere 16 canali audio musicali stereofonici con qualità « *compact disc* » (o 32 monofonici) con flusso di 20,48 Mbit/s trasmesso in QPSK con banda richiesta di circa 14 MHz e quindi con

RICEZIONE DEL SATELLITE OLYMPUS IN EUROPA E NEL BACINO DEL MEDITERRANEO

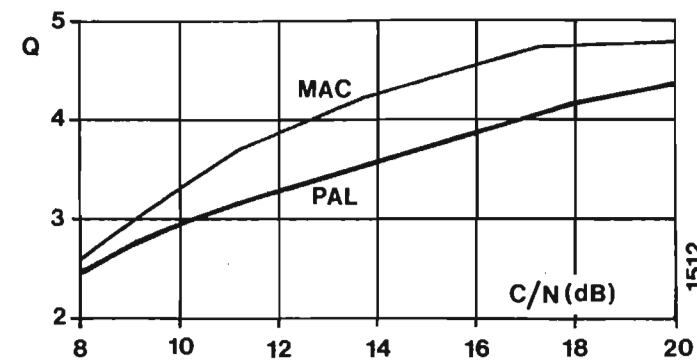



Fig. 7 — Grado di qualità Q espresso nella scala a 5 gradini (CCIR - Racc. 500) per un segnale TV/MF in funzione del rapporto portante/rumore, per gli standard di trasmissione « PAL » e « famiglia MAC », con demodulatore di tipo convenzionale (non ad estensione di soglia)*

occupazione di un canale WARC in luogo di un segnale TV.

È richiesto dal sistema un rapporto portante/rumore C/N ≥ 9 dB riportato a 27 MHz.

È immediata l'osservazione che le aree di servizio sono notevolmente allargate rispetto a quelle destinate al segnale TV e le possibilità di ricezione alquanto facilitate, anche per la possibilità di utilizzare antenne riceventi più piccole di 50/60 cm, diametro minimo da non diminuire nella ricezione di segnali TV/MF; e ciò perché i valori dei rapporti di protezione analogico-digitale (nei due sensi) sono più piccoli di quelli richiesti dalla pianificazione per segnali TV/MF (analogico-analogico).

Sempre con i criteri utilizzati nei paragrafi precedenti (calcolo con grafico - figura 5), la ricezione a Roma ($\mathscr{P}_p = -105,2$ dB(w/m^2) - meteo: 99% mese) risulta possibile con un'antenna di circa 30 cm di diametro.

5. Uno sguardo sull'Europa

La situazione attuale in Europa *nei confronti dei satelliti DBS* previsti in sede di pianificazione WARC '77 è la seguente: oltre a Olympus-F1 lanciato a fine luglio per l'Italia e posizionato sull'orbita geostazionaria a 19° ovest, sono presenti e sperimentalmente operanti i seguenti satelliti: TDF-1 (francese), posizionato a 19° ovest, trasmette a standard D2MAC; TVSAT-2 (tedesco W.) posizionato anch'esso a 19° ovest secondo pianificazione WARC, trasmette a standard D2MAC. Sono inoltre stati lanciati i satelliti BSB-1 (inglese) posizionato a 31° ovest per trasmissioni a standard DMAC e infine TELE-X posizionato a 5° est (consorzio scandinavo).

I più interessanti per l'Italia sono TDF-1 e TVSAT-2 perché le loro aree di servizio *nominali* (-3 dB rispetto al centro ellisse *secondo piano WARC '77*) interessano la parte alta del territorio italiano, ma di fatto, grazie ai progressi realizzati nei ricevitori attuali, possono essere ricevuti: il francese nella quasi totalità delle località italiane, e il tedesco fino a Napoli e oltre, ovviamente da chi può disporre di apparati di decodifica del segnale TV in D2MAC.

I segnali dei due satelliti sono stati ricevuti con qualità ottima nel Centro Ricerche RAI di Torino che dispone di apparati idonei alla ricezione di tali segnali. Il piano delle frequenze, rilevato durante le misure, è indicato in figura 8; esso è corrispondente ai valori pianificati.

Per questa favorevole circostanza è sembrato opportuno indicare i livelli dei segnali che interessano l'Italia, relativi ai satelliti francese e tedesco. A tale scopo sono riportate nelle figure 9 e 10 i foot-print dei satelliti TDF-1 (francese) e rispettivamente TVSAT-2 (tedesco). In base alle indicazioni contenute nel documento indicato in bibliografia 8 e in base alle successive misure eseguite nel Centro Ricerche della RAI, sia in assoluto, sia per confronto tra i due satelliti (viziate in qualche misura dalle condizioni meteo della salita e della discesa), e considerando un valore medio tra le EIRP dei vari canali, un poco diverse tra di loro per lo stesso satellite, si può assumere:

$$\text{[10]} \quad \begin{array}{l} \text{TDF-1:} \\ \text{EIRP} = 63,9 \text{ dB(w)}; \ \mathscr{P}_p = -100,3 \text{ dB(w/m}^2\text{)} \\ \text{TVSAT-2:} \\ \text{EIRP} = 65,4 \text{ dB(w)}; \ \mathscr{P}_p = -98,8 \text{ dB(w/m}^2\text{)} \end{array}$$

ove EIRP sono intese al centro del fascio; e i flussi di potenza a terra $\mathscr{P}_p$ si riferiscono al centro dell'area di servizio (meteo: 99% mese). In condizioni di cielo chiaro questi flussi aumentano di circa 1,5 dB. I valori indicati in [10] devono essere assunti con una certa riserva (± 1 dB)

Fig. 8 — Piano delle frequenze relativo ai satelliti DBS: TDF-1 (francese) e TVSAT-2 (tedesco).

(*) È assai problematico mettere a confronto il *grado di qualità* di due standard TV *diversi*, ottenuto con *osservazioni soggettive* da persone *diverse* e con metodi e condizioni di osservazione *non identiche*. Il *confronto* tra le due curve di figura 7 e perciò da considerarsi indicativo.
La curva per il MAC è stata estratta dal Rapporto 632-3 del CCIR. La curva PAL è stata tracciata secondo le indicazioni riportate in bibliografia 2 (capitolo 5 e 3) e corretta in base ai risultati di *osservazioni soggettive* eseguite nel Centro Ricerche della RAI in occasione di una « *campagna di prove comparative tra i sistemi PAL/G e C-MAC* » per diversi valori del rapporto C/N, svolta tra il gennaio e l'aprile del 1984, durante la quale sono state eseguite alcune « *dimostrazioni* — a cui sono stati invitati la Commissione Ministeriale P.T. e alcuni responsabili della ricerca in Europa.
Durante gli esperimenti è stato confermato che a parità di C/N la qualità soggettiva delle immagini trasmesse in C-MAC risulta migliore rispetto a quelle trasmesse in PAL. Quando, a livello di soglia (C/N ≅ 10 dB con demodulatore di tipo convenzionale) inizia *per entrambi i sistemi* la comparsa dei primi « spikes » si nota che per la loro differenza sia nella forma, sia nella colorazione, essi sono meno fastidiosi nel sistema C-MAC; ciò fa sì che, pur causando una degradazione dell'immagine sensibilmente percettibile, rimanga un margine di qualità di almeno 1 dB abbondante sotto soglia per effettuare un servizio « *quasi* » accettabile in condizioni di emergenza.
Le misure sono state eseguite con collegamento tra un *simulatore di satellite* (con caratteristiche lineari) in trasmissione per quattro canali PAL/G ed un canale C-MAC (alle frequenze assegnate all'Italia in sede WARC '77) e un ricevitore progettato e realizzato nel Centro Ricerche della RAI nel corso del 1982 e attualmente in servizio (figura 12). Si nota l'illuminatore a flangia corrugata (v. bibl. 3).

Fig. 9 — Impronta del fascio relativa al satellite francese TDF-1. Il flusso di potenza a terra al centro area è $\Psi_0 \cong -100,3$ dB(W/m²) [meteo: 99% mese].

perché non è stata reperita letteratura sufficiente, specie per il satellite tedesco, per considerare esatti i valori proposti nelle [10].

Dalle figure 9 e 10 si ricava l'attenuazione ΔA_{cf} rispetto al centro del fascio per le varie località europee; ad esempio a Roma si ha $\Delta A_{cf} = -3,3$ dB per TDF-1 e $\Delta A_{cf} = -8$ dB per TVSAT-2.

Mediante le [10] e il grafico di figura 5, risulta che con *ricevitore tipo* e antenna da 90 cm di diametro a Roma si può ricevere TDF1 con $C/N \cong 20,3$ dB e TVSAT 2 con $C/N \cong 17,0$ dB (meteo: 99% mese), valori da incrementare di circa 1,5 dB a «*cielo chiaro*». Mediante la curva «MAC» di figura 7 si risale quindi al grado di qualità nei due casi.

6. Condizioni di immunità dalle interferenze in ricezione

TUTTO CIÒ CHE È STATO DESCRITTO NEI CAPITOLI PRECEDENTI NON È SUFFICIENTE A GARANTIRE LA RICEZIONE AL DIFUORI DELL'AREA DI SERVIZIO, così come era stata prevista dal Piano WARC '77, limitata ad una copertura fino a −3 dB rispetto al centro dell'area. È stato messo in evidenza (bibl. 5 - paragr. 2.3) che la Pianificazione era stata eseguita sulla base di una *ricezione individuale* e con l'intento di fornire un *servizio a carattere prevalentemente nazionale*. È stato ricordato (bibl. 6 - capitolo 1; bibl. 3 - Appendice 1; bibl. 4 - capitolo 1) che nella ricezione di segnali deboli, nella ricezione fuori dell'area di servizio, devono essere soddisfatte due condizioni:

a) il *fattore di merito* G/T dell'impianto ricevente deve essere aumentato di una quantità almeno corrispondente alla diminuzione del segnale da ricevere rispetto ai livelli prescritti del Piano;

b) deve rimanere inalterato il *rapporto portante/interferenza* stabilito in sede di pianificazione.

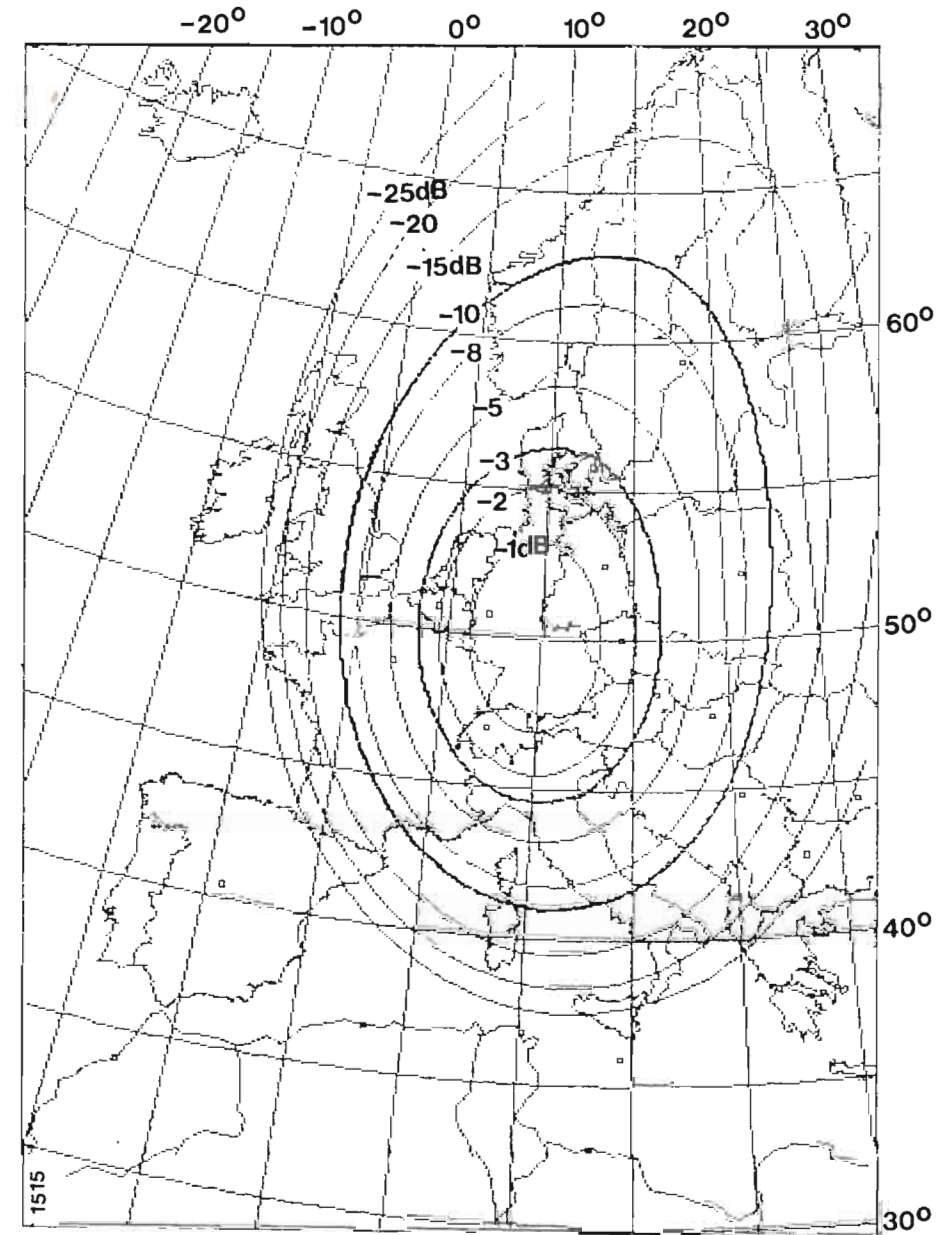



Fig. 10 — Impronta del fascio relativa al satellite tedesco TVSAT-2. Il flusso di potenza a terra al centro area è $\Psi_0 \cong -98,8$ dB(W/m²) [meteo: 99% mese].

È stato evidenziato al capitolo 1 come l'enorme progresso nelle tecnologie e nei metodi di progetto nel campo delle microonde abbia messo a disposizione potenzialità assolutamente impreviste al tempo della pianificazione del 1977. Tutto ciò ha provocato un effetto dirompente sulle condizioni di ricezione pianificate, nel senso che delle due condizioni citate, la prima (a) ha sopravvanzato la seconda (b) perché oggi è possibile ottenere *fattori di merito* alquanto più elevati di alcuni anni addietro, mentre la seconda condizione è stata gratificata meno dalle proprietà offerte dalle nuove tecnologie, se non nella possibilità di essere in grado di progettare oggi antenne con lobi laterali di ampiezza più ridotta per il diagramma copolare e più alti isolamenti di polarizzazione incrociata per il diagramma contropolare. Si ricorda (bibl. 3 - Appendice 3/bibl. 6 - capitolo 2) che nella pianificazione eseguita, i canali che possono dare luogo a potenziali interferenze provenienti:

I°) *dalla stessa posizione orbitale del satellite ricevuto*: sono canali adiacenti e contropolari;

II°) *da posizioni orbitali a ± 6°, 12°, 18°*:
a) sono canali adiacenti e copolari
b) sono canali isofrequenza e contropolari

Da quanto precede si può dire che una volta verificata la possibilità di ricezione, come è stato indicato nei precedenti capitoli (condizione *a*), dovrebbe essere anche controllata la condizione *b* ogni qualvolta si voglia fare ricezione fuori dall'area di servizio, come era intesa nel Piano WARC.

Questa verifica, che è stata eseguita con esito positivo per molte località tra cui quelle indicate negli esempi de-

TABELLA 3.
SITUAZIONE INTERFERENZIALE PER LA POSIZIONE ORBITALE 19° OVEST RELATIVA AI PAESI EUROPEI

POSIZIONE ORBITALE +5°			INTERFERENZA DA −1°			INTERFERENZA DA −7°			INTERFERENZA DA −13°			INTERFERENZA DA −19°			INTERFERENZA DA −25°			INTERFERENZA DA −31°			INTERFERENZA DA −37°		
PAESE	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.	PAESE Interferente	Pol.	Can.
Paese interferito: FRANCIA - Pol. 1 - Can. 9																							
Svezia	2	8	Bulgaria	1	8	Egitto	2	8				Austria	2	8	Algeria	1	8,10	Inghilterra	1	8	Andorra	2	8
Turchia	1	9	Polonia	2	9				Malta	1	8	Germ. Ovest	2	10	Libia	2	9	Irlanda	1	10	S. Marino	1	9
Finlandia	2	10	Romania	1	10																		
Paese interferito: LUSSEMBURGO - Pol. 1 - Can. 11																							
																		Azzorre	2	11			
Finlandia	2	10	Romania	1	10	Egitto	2	12				Germ. Ovest	2	10	Algeria	1	10,12	Irlanda	1	10	Andorra	2	12
Grecia	1	11	Cecoslovacchia	2	11				Malta	1	12	Austria	2	12	Libia	2	11	Portogallo	2	11	Liechtenstein	1	11
Danimarca	2	12	Bulgaria	1	12													Inghilterra	1	12			
Paese interferito: BELGIO - Pol. 1 - Can. 29																							
Norvegia	2	28	Germania Est	2	29	Jugoslavia	1	29	Israele	2	29	Italia	2	28	Marocco	2	29	Islanda	2	29	Monaco	1	29
Cipro	1	29	Ungheria	1	30	Albania	2	30				Svizzera	2	30	Tunisia	1	30						
Svezia	2	30																					
Paese interferito: OLANDA - Pol. 1 - Can. 31																							
Svezia	2	30	Ungheria	1	30	Jugoslavia	1	31				Svizzera	2	30	Tunisia	1	30	Spagna	2	31	Vaticano	1	31
Islanda	1	31				Albania	2	30				Italia	2	32									
Norvegia	2	32																					
Paese interferito: GERMANIA OVEST - Pol. 2 - Can. 10																							
Turchia	1	9	Polonia	2	9							Francia	1	9	Algeria	1	10	Irlanda	1	10	Liechtenstein	1	11
Finlandia	2	10	Romania	1	10							Lussemburgo	1	11	Libia	2	9,11	Portogallo	2	11	S. Marino	1	9
Grecia	1	11	Cecoslovacchia	2	11													Azzorre	2	11			
Paese interferito: AUSTRIA - Pol. 2 - Can. 12																							
Grecia	1	11	Bulgaria	1	12	Egitto	2	12	Malta	1	12	Lussemburgo	1	11	Algeria	1	12	Inghilterra	1	12	Andorra	2	12
Danimarca	2	12	Cecoslovacchia	2	11							Francia	1	13	Libia	2	11,13	Portogallo	2	11	Liechtenstein	1	11
Turchia	1	13	Polonia	2	13													Azzorre	2	11	S. Marino	1	13
Paese interferito: SVIZZERA - Pol. 2 - Can. 30																							
Cipro	1	29	Germania Est	2	29	Albania	2	30	Israele	2	29	Olanda	1	31	Tunisia	1	30	Islanda	2	20	Vaticano	1	31
Svezia	2	30	Ungheria	1	30	Jugoslavia	1	29,31				Belgio	1	29	Marocco	2	29	Spagna	2	31	Monaco	1	29
Islanda	1	31																					
Paese interferito: ITALIA - Pol. 2 - Can. 32																							
Islanda	1	31	Germania Est	2	33	Jugoslavia	1	31,33	Israele	2	33	Olanda	1	31	Marocco	2	33	Spagna	2	31	Vaticano	1	31
Norvegia	2	32										Belgio	1	33				Islanda	2	33	Monaco	1	33
Cipro	1	33																					

Pol. 1 - Polarizzazione destra; *Pol. 2* - Polarizzazione sinistra
Le caselle vuote corrispondono ai paesi prossimi all'equatore o nell'emisfero australe
Le posizioni orbitali potenzialmente interferenti sono quelle a ±6°, ±12° e al limite ∓18° dal satellite ricevuto nel senso precisato al capitolo 2 c) di bibl. 6. È stata aggiunta anche la posizione orbitale 5° est (+24° rispetto alla posizione 19° ovest) al solo scopo di completare la mappa dei paesi europei.

Fig. 11 — Ellissi a - 3 dB, secondo pianificazione WARC '77, dei paesi potenzialmete interferenti la posizione orbitale 19° ovest. È indicata la posizione sull'orbita geostazionaria dei rispettivi satelliti (Pol. 1 = destra; Pol. 2 = sinistra; λ = longitudine).

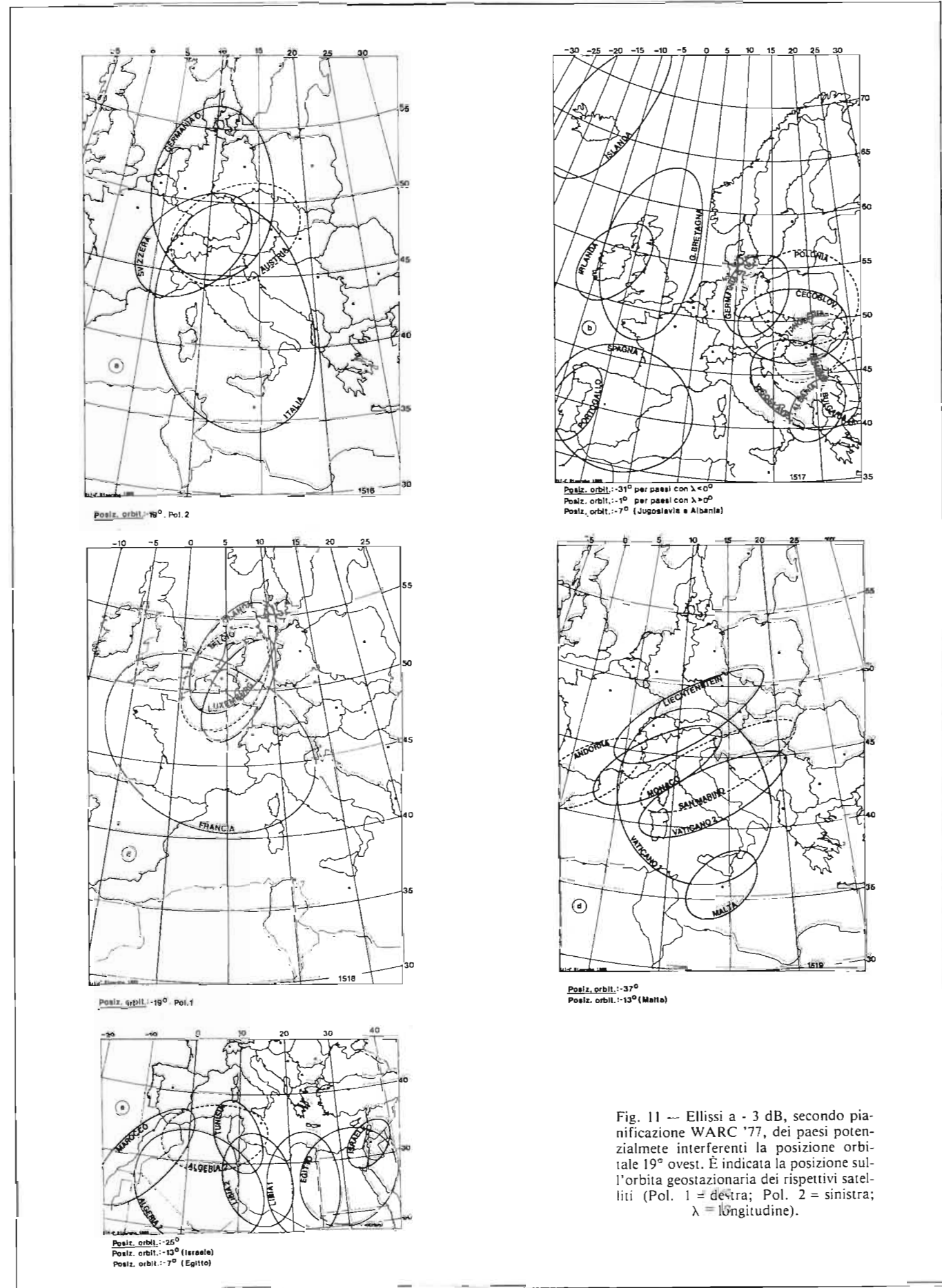
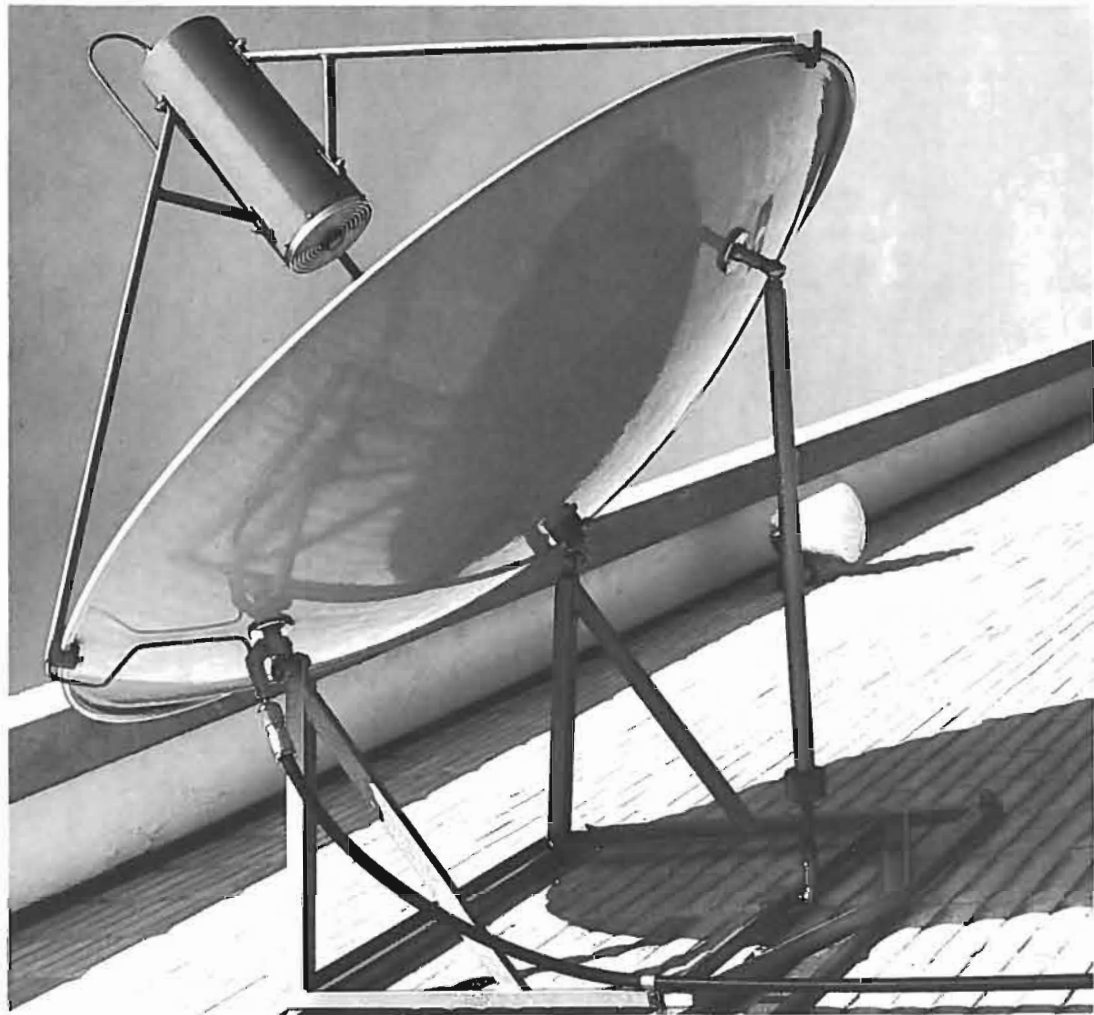



Fig. 12 — « Front-end » progettato e realizzato nel corso del 1982 nel Centro Ricerche della RAI. Per quei tempi, prima dei recenti notevoli progressi delle tecnologie nel campo delle microonde, era da considerarsi un apparato di tipo professionale. Si nota l'illuminatore a flangia corrugata (bibl. 3).

scritti può essere condotta facendo riferimento ai criteri su cui è basata la protezione alle interferenze *secondo le regole adottate dal Piano* ed illustrate al capitolo 2 di bibliografia 6.

Come strumenti di riferimento viene proposta la Tabella 3 ove viene illustrata la situazione interferenziale per la posizione orbitale 19° ovest e ove per ogni paese sono indicate le posizioni orbitali, i canali centrali e il senso di polarizzazione.

Sono inoltre rappresentate in figura 11 le ellissi a − 3 dB, secondo pianificazione WARC '77, degli stessi paesi di Tabella 3.

Si segnala infine che in bibliografia 1 sono indicati, per ogni paese, i seguenti elementi: canali e rispettive frequenze centrali, senso di polarizzazione, posizione orbitale del satellite, angoli di apertura dei fasci a metà potenza, inclinazione dell'asse maggiore dell'ellisse rispetto al piano dell'equatore (se il fascio è a sezione ellittica), la EIRP per ciascun canale (quella che era prevista dal Piano), coordinate geografiche del centro del fascio sulla terra (boresight).

7. Considerazioni sui valori di EIRP proposti dal piano WARC '77

I tubi a onda progressiva (TOP) *adatti al funzionamento in orbita* nella banda dei 12 GHz e prodotti fino ad oggi dall'industria, nei modelli di maggiore potenza hanno, in condizione di saturazione, potenze massime di uscita di 230 ÷ 250 watt.

Questi valori sono inferiori a quelli per ottenere i valori di EIRP stabiliti in sede di pianificazione per i paesi che hanno aree di servizio (intese come da pianificazione) di grandi dimensioni. Ne è un esempio l'Italia che, secondo i parametri stabiliti dal Piano WARC '77, avrebbe richiesto un TOP da 350 watt; e come l'Italia diversi altri grandi paesi. Considerando poco conveniente l'uso in orbita di combinatori per 2 tubi in parallelo, tali paesi ad area più estesa, se il Piano dovesse andare effettivamente a regime, sarebbero penalizzati qualora i paesi che possono farlo, avendo aree di servizio meno estese, irradiassero tutta la EIRP stabilita dal Piano. I paesi più grossi vedrebbero ridotta la protezione dalle interferenze provenienti da altri satelliti del sistema, che in condizioni di cielo molto perturbato sia per la riduzione del segnale utile, sia per depolarizzazione, potrebbero subire interferenze sul proprio segnale:

Tenuto conto che:

1) con gli attuali ricevitori le aree di servizio proposte alla pianificazione si sono allargate notevolmente trasformando un servizio che era stato previsto a carattere prevalentemente nazionale in servizio sovrannazionale;
2) l'antenna trasmittente del satellite non può essere superiore a 3 m. (bibl. 1) e quindi le aree di servizio dei paesi più piccoli (Malta, Monaco, San Marino e molti altri) sono smisuratamente più grandi del necessario per cui l'impronta ai confini di Stato è inferiore rispetto al centro di ~ 0,5 dB o meno;

si auspica un accordo, a livello supernazionale, che porti ad una riduzione di almeno 3 ÷ 4 dB sui valori di EIRP stabiliti in sede di pianificazione per tutti i paesi. In tal modo il rapporto portante/interferenza relativa al sistema rimarrebbe immutato, riverificando le condizioni di protezione anche dei servizi di terra che condividono le stesse frequenze. Inoltre il servizio conserverebbe ancora le conquistate caratteristiche di servizio sovrannazionale, ricordando che a parità di dimensioni delle antenne riceventi da terra, si possono oggi ottenere valori per il *fattore di merito* dell'impianto ricevente fino a 7 ÷ 8 dB in più, a parità di diametro di antenna, rispetto ai valori previsti oltre 12 anni fa dal Piano WARC '77.

Questo provvedimento offrirebbe vantaggi, non solo per i paesi più estesi potenzialmente penalizzati, ma anche per i più piccoli che potrebbero realizzare il servizio con mezzi più ecomici e TOP in orbita da 20 watt o meno.

(3853)

Fig. 1A — Il parametro N_u (noise up) indica di quanto è ridotto il C/N a monte del demodulatore rispetto al $(C/N)_d$ della tratta in discesa, in funzione della differenza tra il C/N in salita e quello in discesa.

APPENDICE

Il valore del rapporto portante/rumore (C/N) a monte del demodulatore del ricevitore a terra dipende dal $(C/N)_u$ della tratta in salita (up) e dal $(C/N)_d$ della tratta in discesa (down). Il suo valore, *se è espresso in rapporti di potenza* è dato dal « *parallelo* » dei due rapporti considerati:

$$[1A] \quad (C/N)^{-1} = (C/N)_u^{-1} + (C/N)_d^{-1} \quad [watt/watt]$$

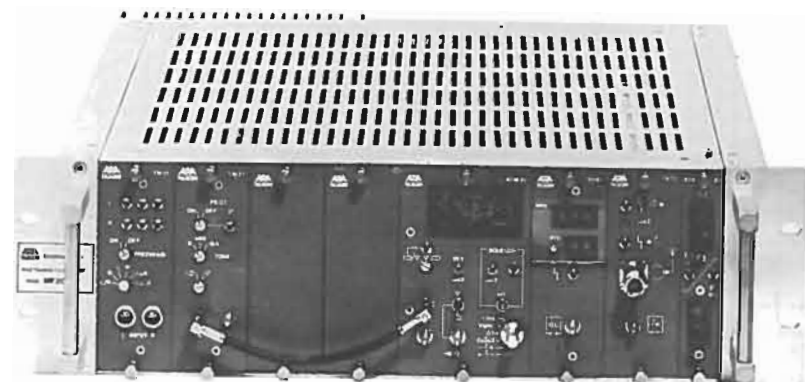
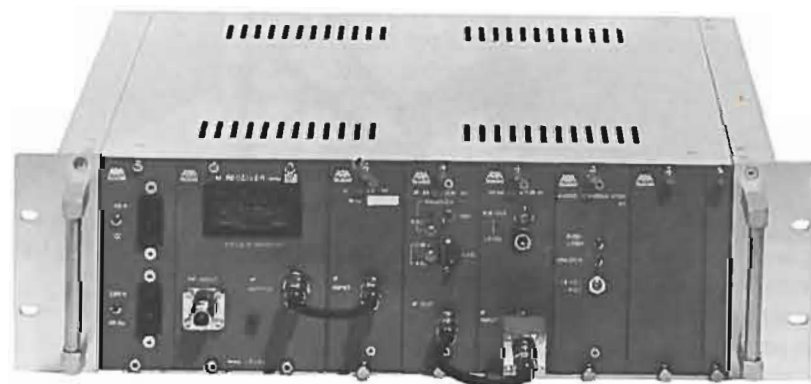
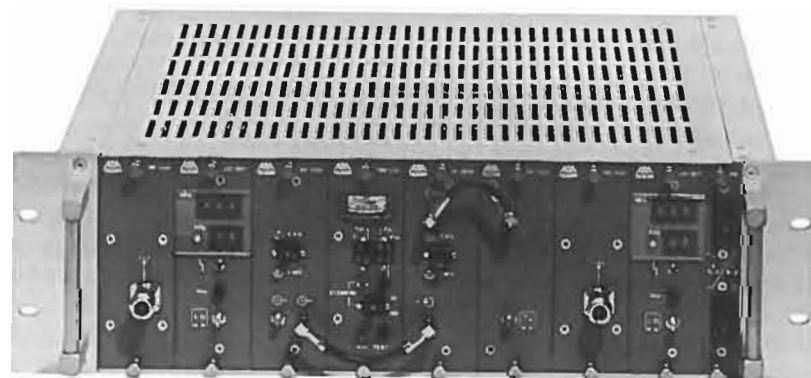
Nella [1A] non sono state indicate le larghezze di banda del ricevitore sul satellite e del ricevitore a terra, perché comunque sia $B_u > B_d$ il rumore in ricezione è limitato da B_d.

Esprimendo la [1A] in unità logaritmiche si ottiene il valore $N_u = (C/N)_d - C/N$ [dB] (noise-up) che indica di quanti dB (o frazione) deve essere diminuito il $(C/N)_d$ della discesa per ottenere il C/N a monte del demodulatore a terra, in funzione della differenza $\Delta = (C/N)_u - (C/N)_d$ [dB] tra il C/N della salita e quello della discesa:

$$[2A] \quad N_u = 10 \log_{10} [1 + 10\uparrow(\Delta/10)] \quad dB$$

L'espressione [2A] è tracciata nel grafico di figura 1A per un più rapido uso.

BIBLIOGRAFIA

1. - Atti finali della « Conferenza Amministrativa Mondiale delle Radiocomunicazioni per la Radiodiffusione da Satellite ». UIT, Ginevra 1977.
2. - H. MERTENS: *Satellite broadcasting. Design and planning of 12 GHz System.* « Quaderno tecnico 3220 EBU », Marzo 1976.
3. - G. P. PACINI: *Ricevitore per televisione diretta da satellite: Unità esterna.* « Elettronica e Telecomunicazioni », n. 1, 1985.
4. - G. P. PACINI, P. VITALONE: *La ricezione televisiva diretta da satellite nell'attuale progresso tecnologico.* « Elettronica e Telecomunicazioni », n. 1, 1988
5. - G. P. PACINI: *Satellite Olympus-F1.* « Elettronica e Telecomunicazioni », in questo numero.
6. - G. P. PACINI: *Antenne riceventi per diffusione diretta da satellite.* « Elettronica e Telecomunicazioni », in questo numero.
7. - DOCUMENTO GT R3 555: *Digital sound service for direct broadcasting satellites.* Redazione: P. Treytl
8. - DOCUMENTO GT R3 627: *Le systeme français de diffusion directe par satellite TDF1-TDF2.* Novembre 1988.

NOTIZIARIO

Da comunicazioni pervenute alla Redazione

OSCILLOSCOPIO MULTIFUNZIONALE A 100 MHz — La Hameg, azienda tedesca specializzata da circa trent'anni nella fabbricazione di oscilloscopi e rappresentata dalla Pentatron di Torino, Via Borgosesia 756, presenta il nuovo oscilloscopio multifunzionale HM 1005.

Tra gli elementi che maggiormente lo caratterizzano possiamo annoverare: 3 canali operativi reali, una effettiva seconda base dei tempi e la comodità di avere un secondo trigger separato.

Lo strumento può visualizzare fino a 6 forme d'onda contemporaneamente utilizzando la seconda base dei tempi e tutti e tre i canali d'entrata. Il secondo trigger, grazie alla sua capacità di generare rampe di salita o discesa e controllo di livello separato, può stabilizzare qualsiasi componente asincrona dei segnali.

Con la base di tempi principale si possono pilotare segnali ad oltre 130 MHz e segnali il cui livello è così basso da occupare sullo schermo una sola divisione. Esiste la possibilità di moltiplicare il segnale per 10 portando la velocità di scansione fino a 5 ns/divisione.

In tale modalità, con selezionata la base dei tempi più veloce, la visualizzazione del periodo di un segnale a 100 MHz occupa due divisioni dello schermo.

L'HM 1005 incorpora inoltre un calibratore commutabile da 1 kHz a 1 MHz con l'uscita dotata di un tempo di risalita inferiore a 5 ns.

Questo permette di visualizzare onde pulsanti o onde quadre che non potrebbero essere riconosciute senza calibrare e bilanciare la sonda. Il calibratore è inoltre utilizzato per effettuare le prove di risposta degli strumenti ai transitori toccando semplicemente lo strumento con la punta della sonda ed osservando sullo schermo la risposta. È inoltre dotato di un separatore di segnali televisivi che garantisce un alto livello di qualità e di stabilità dell'immagine visualizzata anche in presenza di monoscopi o di barre colore. (3854)

(1526)

NUOVO ATTENUATORE OTTICO — Il nuovo attenuatore ottico variabile di precisione OLA-25, compatto ed economico, è prodotto da Wandel & Goltermann, Postfach 1262-D7412 Eningen FR Germany (rappresentato dalla AESSE - Viale Umbria 32/36 - Milano) ed è stato concepito per misure su sistemi ottici operanti alle lunghezze d'onda di 1300 e 1550 nm con fibre monomodali (9/125 μm). Questi sistemi, utilizzati attualmente soprattutto in campo telecom, trovano crescente impiego in molti altri settori.

L'attenuatore OLA-25 permette di simulare fibre ottiche di varie lunghezze in termini di attenuazione ottica, permettendo quindi di caratterizzare il comportamento lato ricezione di un apparato per comunicazioni in fibra con opportune misure di tasso d'errore.

L'attenuazione prodotta dall'OLA-25, impostabile in una gamma molto estesa (da 3 a 60 dB), con risoluzione di 0,1 dB, è realizzata fisicamente tramite un filtro ottico di precisione (neutral-density filter) incorporato in una custodia compatta e robusta, perfettamente adatta alle gravose condizioni di impiego sul campo.

Il valore di attenuazione desiderato è selezionabile con una manopola e visualizzato su un ampio display LCD. Ciò facilita la riproduzione esatta delle attenuazioni e permette di evitare errori.

Ogni filtro ottico viene calibrato singolarmente. Si ottengono in tal modo precisioni molto elevate: la linearità, per esempio, è migliore di 0,2 dB nell'intera gamma dinamica dello strumento.

L'OLA-25 presenta verso l'esterno connettori di precisione DIN 47 256 (femmina) a innesto rapido, progettati appositamente, meccanicamente studiati per permettere un rapido e comodo accesso per ispezionare o pulire le superfici di accoppiamento ottico. Una estesa gamma di adattatori è disponibile per l'interconnessione con connettori non-DIN.

L'OLA-25 è un attenuatore facile da usare, con precisione tale da poter essere utilizzato come standard di calibrazione. Può essere utilizzato senza problemi in associazione con altri strumenti del programma ottico Wandel & Goltermann (generatori stabilizzati della famiglia OLS, con emettitori LASER o LED, misuratori di livello ottico della famiglia OLP, con sensori al Germanio o all'InGaAs).

Attenuatore, accessori ed eventuali strumenti della famiglia OLS e OLP possono essere alloggiati in robuste valigette, disponibili in varie versioni.

(3855)

(1527)

OSCILLOSCOPIO DI ELEVATE PRESTAZIONI CON SCHERMO ELETTROLUMINESCENTE — La Philips (Viale Elvezia, 2 - Monza - MI) presenta il suo nuovo oscilloscopio PM 3308, di elevate prestazioni con schermo piatto elettroluminescente di grandi dimensioni (circa come un foglio A3).

Non vi è più il tubo a raggi catodici e la cassetta che contiene lo strumento si apre a libro: le due pagine presentano da una parte lo schermo elettroluminescente (v. figura 1), dall'altra tutti i comandi (v. figura 2).

Le specifiche di base del PM 3308 sono elevate: l'ampiezza di banda è di 100 MHz, la massima frequenza di campionamento è di 40 megacampioni/s, dispone di una memoria di acquisizione di 8 kbyte, la risoluzione verticale è di 8 bit; per l'analisi delle forme d'onda la capacità di cattura degli impulsi (glitch), va fino a 10 ns. Lo strumento può visualizzare contemporaneamente fino a quattro tracce, risultante dalla memoria di massa selezionata o da addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione, integrazione e derivazione su qualsiasi traccia o segnale.

La memoria dello strumento dispone di un disco RAM (Random Access Memory) da 80 kbyte con batteria tampone.

Per semplificare collaudi ripetitivi, lo strumento può memorizzare oltre 100 impostazioni, richiamabili premendo un tasto; può anche registrare una loro qualsiasi combinazione.

È disponibile anche una funzione zoom in modo che l'operatore sia informato sulla lunghezza della traccia che sta esaminando; egli deve semplicemente posizionare il cursore sulla parte di traccia da esaminare e premere il pulsante zoom.

La base tempi è variabile da 10 ns a 1 ora.

L'alimentatore dello strumento accetta automaticamente tutte le tensioni di rete disponibili nel mondo senza richiedere alcuna regolazione da parte dell'utente.

Caratteristica molto importante del PM 3308 è la sua potenza di calcolo e di misura. Oltre alla possibilità di visualizzare tracce risultanti da addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni, integrazioni, derivazioni, lo strumento offre un elenco completo di misure eseguibili su ciascuna delle quattro tracce sullo schermo.

Lo schermo, un modulo di 512 per 256 pixel con una risoluzione di 3 punti per millimetro, ha un colore giallo ambra con elevato contrasto ed un angolo di osservazione di 140 gradi. La superficie dello schermo è divisa in due parti: una sezione a destra per le tracce con reticolo a quadretti (6,4 parti in verticale e di 8,8 parti in orizzontale), ciascuna delle quali ha 40 x 40 pixel; la sezione di sinistra visualizza i dati essenziali della misura.

(3816)

SCARICATORE DI SOVRATENSIONE COMPATTO — La Siemens (via Fabio Filzi, 25/A - Milano) ha realizzato lo scaricatore di sovratensione a gas M50 - A 230X illustrato in figura. Nonostante le sue ridotte dimensioni (5 mm x 5 mm, peso 1 g), esso consente di scaricare correnti impulsive di 2,2 kA di picco e correnti alternate fino a 2,5 A. È impiegato soprattutto nei permutatori delle linee telefoniche ad elevata densità di utenza.

(3804)

CONDENSATORI CON DIELETTRICO IN VETRO — La AVX Limited (Manor Park, Aldershot, Hants GU12 4RG) ha lanciato una gamma di condensatori con dielettrico di vetro che offre un funzionamento affidabile a temperature continue fino a 200 °C.

Questi condensatori sopportano brusche escursioni termiche fino a 250 °C per un'ora senza perdite di prestazioni.

Dall'altra estremità dello spettro termico essi si possono usare fino a —75 °C.

Disponibili per valori da 0,5 pF a 10 nF con tensioni normali di 50 Vcc essi sopportano anche forti sollecitazioni meccaniche e le varizioni di capacità al variare della temperatura sono piccole.

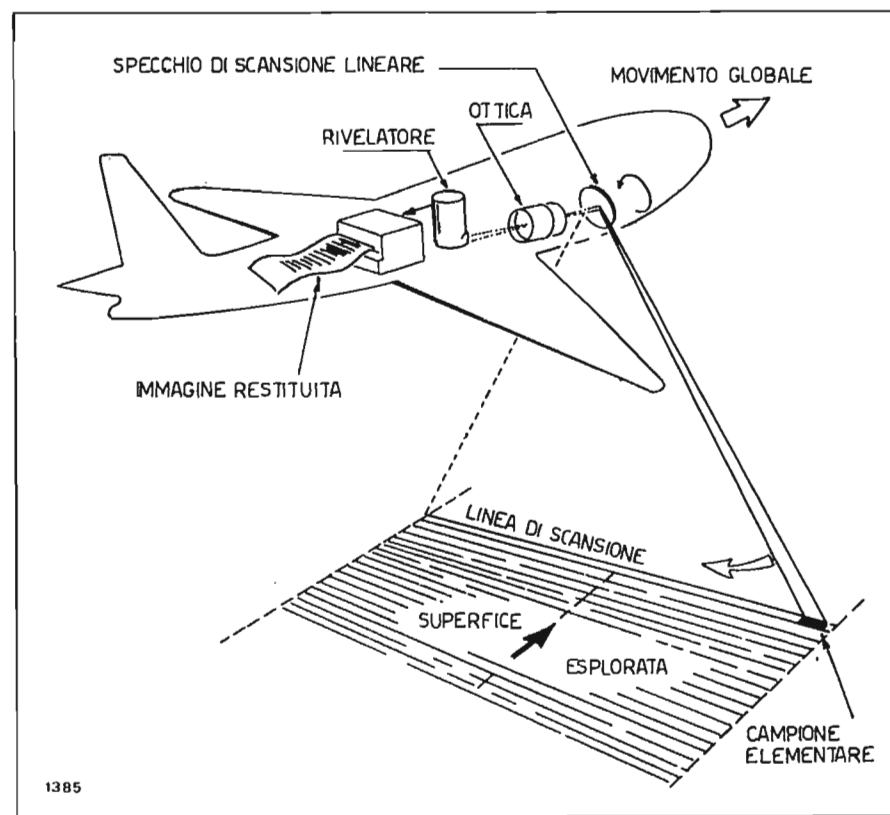
(3806)

SISTEMA MODULARE DI INTERCONNESSIONE CON PASSO 2,0 MM — La Du Pont Electronics (Casella postale: CH-1211, Ginevra 24) ha introdotto un sistema di interconnessione a passo 2,0 mm che aumenta del 60% la densità di impaccamento rispetto ai sistemi di interconnessione standard a passo 2,54 mm.

Denominato «Minitek», il nuovo sistema è stato progettato per interconnessione scheda-scheda e filo-scheda ed è disponibile in un'ampia gamma di esecuzioni a doppia e singola fila, con spine diritte e ad angolo retto.

Per le sue compatte dimensioni ed il basso profilo, il nuovo sistema di interconnessione risulta particolarmente adatto per una varietà di applicazioni ad alta densità di impaccamento, come disc-drivers, telecamere, radio, stampanti, riproduttori di compact-disc e telefoni elettronici.

Il ricettacolo della femmina «Minitek» è realizzato per accettare spine a sezione quadrata da 0,5 mm ed ha contatti a molla doppi per garantire un contatto elettrico affidabile anche con spine lunghe solo 5,0 mm.

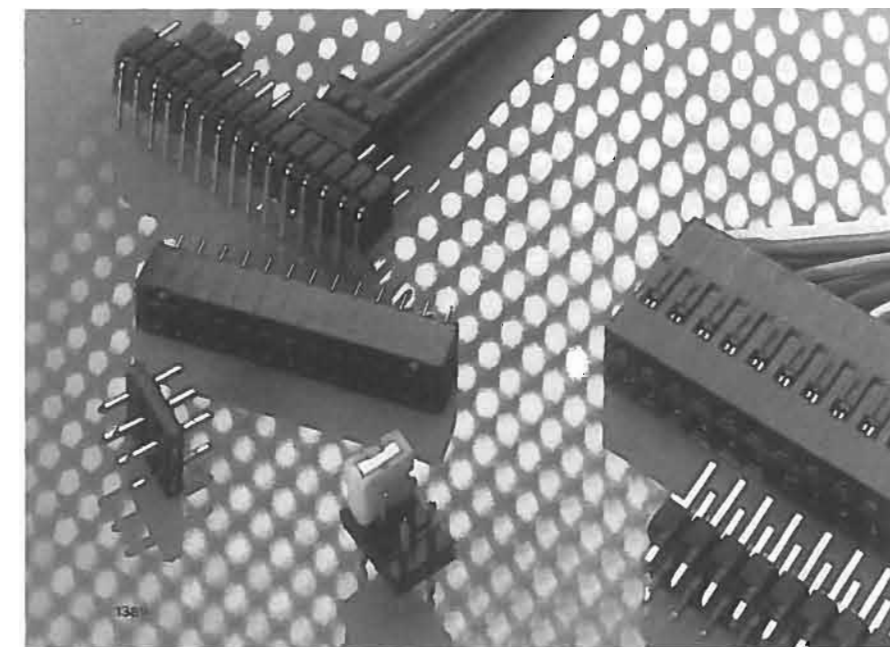
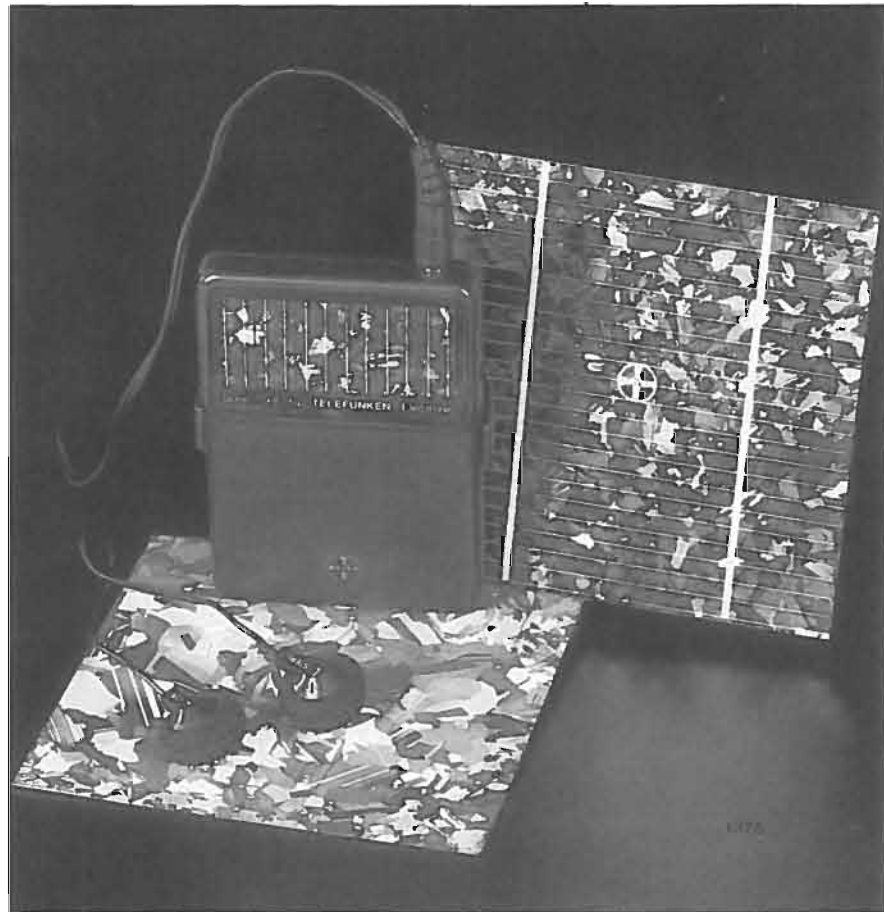
(3821)

TELERILEVAMENTO AEREO — La società francese HGH (rivolgersi a: Eletronucleonica - Piazza De Angeli, 7 - Milano) presenta il sistema di rilevamento aereo ATL 080 ad alta risoluzione termica-spaziale.

La figura illustra chiaramente il principio di funzionamento dell'apparecchiatura.

La risoluzione termica del rilevamento è variabile fra 0,1 °C e 20 °C; campo di misura: —10 °C ÷ 700 °C; risoluzione spaziale: 1,5 mrad (50% del segnale) e 3,5 mrad (90% del segnale); angolo di scansione: 45 ÷ 60 gradi.

Viene impiegato per studi sull'inquinamento marino, analisi energetiche, studi geomorfologici (prevenzione valanghe); individuazione di sorgenti di acqua dolce (anche in mare), definizione di bersagli militari, mappatura di terreni, ecc.

(3817)

RADIORICEVITORE STEREO «SOLARE»

RADIORICEVITORE STEREO «SOLARE» — La Telefunken Electronic GmbH di Heilbronn (RFG) ha realizzato il maneggevole radioricevitore stereofonico illustrato in figura, che trae l'energia per il suo funzionamento da una cellula solare di silicio policristallino, prodotto dalla Bayer AG (in Italia: Viale Certosa, 130 - Milano) secondo un procedimento di recente sviluppo. Grazie ad un accumulatore integrato, che può essere caricato dall'energia solare durante il giorno, l'apparecchio è in grado di funzionare anche durante le ore serali e notturne.

Per la produzione del silicio policristallino della cella solare, la Bayer G ha sviluppato un nuovo procedimento denominato «ReSitAl»: materiale di partenza è il tetracloruro di silicio che viene ridotto con alluminio metallico. Dopo la purificazione del silicio si ottengono aggregati policristallini dai quali vengono tagliati dischetti dello spessore di 0,3 mm utilizzati dalla Telefunken per produrre le cellule solari.

Caratteristiche dell'apparecchio e del suo sistema di alimentazione:

- Frequenze ricevute: MA 530 ÷ 1620 kHz; MF 87,5 ÷ 108 MHz
- Potenza di uscita: 15 + 15 mW max - Resistenza di carico 32 ohm
- Modulo solare: 22 mm x 49,5 mm, fotocellule in serie
- Accumulatore integrato: 1,5 V, tipo NiCd, capacità 0,17 Ah completamente carico permette una durata di funzionamento dell'apparecchio di 7 ore
- Dimensioni: largh. 60 mm, altezza 90 mm, spessore 14 mm
- Peso: 73 g
- Accessori: auricolari

(3807)

TECNOLOGIA PER CHIP AD ALTA VELOCITA

TECNOLOGIA PER CHIP AD ALTA VELOCITA — La IBM (Segrate - Milano) ha realizzato chip sperimentali basati su connessione trecento volte più sottili di un capello umano, ossia 0,25 micron (millesimi di millimetro). Ciò renderà possibile realizzare chip di memoria tipo CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) capaci di contenere 256 milioni di informazioni elementari.

La velocità di commutazione di questi transistori potrà arrivare a 30 miliardi di volte al secondo.

La tecnologia CMOS, con ogni probabilità, continuerà ad essere scelta per i chip logici e di memoria degli anni novanta, poiché richiede poca energia per la loro alimentazione e il loro comando e ciò è importante, più che per il risparmio di energia, per la minore necessità di raffreddamento che consente una maggiore densità di costruzione.

I circuiti vengono realizzati con la cosiddetta tecnologia del silicio di base (bulk silicon) che fa uso di complesse tecniche di costruzione in grado di trattare elementi non più grandi di 7 millesimi di micron, equivalenti a 20 strati atomici.

La costruzione negli anni novanta di questi chip logici e di memoria richiederà l'adozione delle più complesse tecniche litografiche. A questo proposito la IBM è stata, per esempio, la prima a realizzare chip sperimentali per elaboratori mediante tecniche a raggi X.

(3824)

MEMBRANE DI ALTOPARLANTI

MEMBRANE DI ALTOPARLANTI — La purezza e la fedeltà del suono prodotto da un impianto HiFi dipende in primo luogo dagli altoparlanti usati nelle casse acustiche.

Il loro «cuore» è costituito da una membrana a forma di imbuto, tramite la quale i segnali elettrici dell'amplificatore vengono convertiti in onde sonore.

Per ottenere una riproduzione il più possibile fedele all'originale, la Bayer AG (Viale Certosa, 130 - Milano) ha sviluppato il Bayfol KU 3-1032, un film coestruso a base di Makrofol (film di policarbonato) e Desmopan (un poliuretano termoplastico), con il quale in futuro sarà possibile ottenere membrane per la riproduzione sonora di ottima qualità.

Le membrane degli altoparlanti devono soddisfare richieste particolari. Il Makrofol a base di policarbonato Makrolon, è un film stabile, resistente e rigido, con poca massa. Già in passato questo materiale è stato utilizzato per la produzione di membrane di altoparlanti.

Tuttavia, per la produzione di suoni purissimi mancava un sufficiente smorzamento.

Il Desmopan, al contrario del Makrofol, è un materiale molto morbido e flessibile. Con i due materiali, combinati, nelle giuste proporzioni, si è riusciti a realizzare il film Bayfol a più di strati, dello spessore di circa 0,3 mm, che risolve il problema.

Uno dei produttori di altoparlanti presso i quali si sono svolti gli esperimenti di applicazione pratica, che hanno dato risultati positivi, ha già in progetto di impiegare il nuovo film per la realizzazione di altoparlanti di classe superiore.

(3825)

1371

CALIBRATORE MULTIFUNZIONE

CALIBRATORE MULTIFUNZIONE — La Philips Test & Measurement presenta un nuovo calibratore multifunzione, il Fluke 5700A illustrato in figura. Esso è in grado di calibrare anche i multimetri digitali DMM (numerici) più precisi, eseguendo, in modo automatico, molte funzioni utilizzando tre soli campioni (standard) esterni: un riferimento di tensione a 10 volt c.c. e due campioni di resistenze, una da 1 ohm, l'altro da 10 chiloohm.

La stabilità termica del 5700A permette di tarare strumenti anche nell'ambiente di produzione.

Il 5700A eroga tensioni continue fino a 1100 volt e tensioni alternate da 220 microvolt a 1100 volt con frequenze da 10 Hz a 1 MHz; correnti continue e alternate fino a 2,2 A con frequenza da 10 Hz a 10 kHz; la precisione è i 5 ppm (parti per milione) per le tensioni continue, 80 ppm per le tensioni alternate, 50 ppm per le correnti, 150 ppm per le correnti alternate, 12 ppm per le resistenze.

(3803)

ALIMENTAZIONE SENZA INTERRUZIONI

ALIMENTAZIONE SENZA INTERRUZIONI — La ditta finlandese Icatec Oy (in Italia: R.M.S. Co. - Via Signorelli, 14 - Milano) ha realizzato un'apparecchiatura UPS (Uninterruptible Power Supply) per l'alimentazione senza interruzione anche nel caso che, per un breve periodo, venga a mancare la tensione di rete.

Tale apparecchiatura, denominata Icatec 1500 e illustrata in figura, può fornire una potenza ininterrotta di 1500 VA, pesa 70 kg comprese le batterie che sopperiscono ad interruzioni della rete fino a 10 minuti (per durate maggiori occorrono batterie supplementari).

Una caratteristica importante di tale apparecchiatura è quella di assorbire dalla rete una corrente praticamente sinusoidale con un fattore di potenza prossimo all'unità e con un rendimento dell'85%; ciò riduce fortemente i disturbi generati.

L'entrata e l'uscita sono galvanicamente separati.

(3820)

SOPPRESSORI DI TRANSIENTI BIPOLARI AL PLASMA

SOPPRESSORI DI TRANSIENTI BIPOLARI AL PLASMA — La Divisione Clare della General Instrument Italia (Via Cantù, 11 - Cinisello Balsamo - MI) presenta soppressori di transienti bipolari al plasma denominati COMGAPS (vedi figura) le cui dimensioni sono di 8 mm di diametro e di 6 mm di lunghezza.

Sono costituiti da un tubo a gas con due elettrodi isolati da un involucro in ceramica sigillato ermeticamente. L'isolante in ceramica consente prestazioni migliori, è più resistente e mantiene più a lungo l'ermeticità. Gli elettrodi sono rivestiti all'interno di un materiale ad elevata emissione elettronica per ottenere una risposta più pronta ed una più elevata capacità di resistenza ai transienti.

La tensione di scarica dipende dalla forma e superficie degli elettrodi, ma soprattutto dalla natura e dalla pressione del gas che normalmente è un gas nobile.

Sono considerate tensioni di scarica statica i transienti con velocità di variazione della tensione dV/dt dell'ordine di 100 V/s, mentre vengono definite tensioni di scarica dinamica quelle con dV/dt superiori a 1 V/μs.

I soppressori vengono generalmente connessi in parallelo fra i fili di linea tra ciascun filo di linea e la massa.

Quando la linea è sottoposta ad un transiente (scarica atmosferica, commutazioni induttive, ecc.), il gas si ionizza e diventa conduttore (plasma) per cui il soppressore passa rapidamente dalla condizione di isolamento (> 10 000 Mohm) alla condizione di quasi cortocircuito; nello stato di conduzione, la caduta di tensione attraverso il soppressore è di circa 20 volt.

I soppressori COMGAPS offrono una vasta gamma di tensioni di attivazione da 75 a 1000 volt e possono dissipare transienti di 10 kA per 8 ÷ 20 μs o di 10 A a 50 Hz.

(3814)

1381

ATTIVITÀ INTERNAZIONALE
nell'ambito della Diffusione Radiotelevisiva

a cura di O. ZECCHINI

PERCHÉ E CHE COSA È L'ETSI

L'abbattimento delle barriere doganali e la creazione di un mercato unico e comune nell'ambito della Comunità Economica Europea, fissate per il 1993 implicano, tra l'altro, la preparazione di standard tecnici necessariamente comuni.

L'organo che dal 1959 si occupa della omogeneità delle reti di telecomunicazioni in Europa è la CEPT (Conferenza Europea delle Poste e delle Telecomunicazioni).

La CEPT fu creata sul modello dei Comitati Consultivi (CCITT e CCIR) dell'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (UIT) e del Comitato Elettronico Internazionale (CEI).

L'organizzazione di tipo piramidale, si basa su piccoli gruppi di specialisti qualificati chiamati «Gruppi di Lavoro» che portano i risultati dei lavori ai Comitati e da questi alle Commissioni che approvano delle «Raccomandazioni». I lavori si svolgono per alcune settimane l'anno, in occasione di due o tre incontri. Questa procedura ha come conseguenza che per preparare una Raccomandazione occorra un periodo relativamente lungo di tempo che, nei casi in cui l'argomento richieda una certa «maturazione», non è necessariamente svantaggioso. Tuttavia, agli inizi degli anni '80, con l'incremento della domanda di specifiche tecniche, conseguenti allo sviluppo tecnologico accelerato ed alla liberalizzazione introdotta in molte nazioni nel campo degli apparati per telecomunicazioni, divenne chiaro che occorreva rivedere la metodologia usata per fissare gli standard.

In vista del mercato comune del 1993 la Commissione delle CE chiese alle CEPT e ad altre organizzazioni europee di stabilire nel campo delle Telecomunicazioni le necessarie basi tecniche in forma di standard, prima di quella data.

Nell'ambito CEPT alcuni tentativi furono fatti per risolvere il problema come ad esempio la firma di un Memorandum di Intesa (MOU) (memorandum of understanding) in cui 18 dei 26 paesi della CEPT si impegnavano a rendere obbligatorie nei propri stati le NET (Norme Tecniche Europee) che sono delle specifiche tecniche ricavate dalle Raccomandazioni della CEPT o dell'UIT.

La scelta delle norme candidate a diventare NET è fatta dal TRAC (Comitato per l'Applicazione delle Raccomandazioni Tecniche) creato nel 1986. Alla luce dell'esperienza dei lavori del Comitato di Coordinamento ed Armonizzazione della CEPT (CCH), che fu invitato a rendere più fattiva la partecipazione delle industrie ai suoi lavori, si concluse che occorreva creare un organo permanente che si occupasse di risolvere il problema.

Nel 1988 a Londra la CEPT a livello di Direttori Generali decise di creare un Istituto privato, indipendente dalla CEPT, a cui far partecipare le Amministrazioni PTT, l'industria, le organizzazioni degli utilizzatori e gli istituti di ricerca su una base di uguaglianza.

Il 31 marzo 1988 è stato creato l'«European Telecommunications Standards Institute» (ETSI) con la partecipazione di industrie e utilizzatori, secondo regole fissate in precedenza, ma con la clausola di rivedere Regole e Procedure dopo i primi due anni.

In accordo con le Regole stabilite i membri dell'Istituto sono: le amministrazioni, le imprese di telecomunicazioni (operatori di reti pubbliche), le compagnie industriali, gli utilizzatori, inclusi quelli che forniscono servizi privati, e gli istituti di ricerca. I membri debbono essere residenti in una nazione dell'area CEPT e lavorare nel campo delle Telecomunicazioni.

È stato nel contempo mantenuto il principio del voto nazionale in tutti i campi essenziali, invece del voto individuale, in quanto le specifiche da adottare diventeranno obbligatorie nelle nazioni facenti parte dell'Istituto.

Osservatori, che possono anche essere residenti fuori dell'area CEPT, possono essere invitati a partecipare ad alcune riunioni di loro interesse.

Infine partecipano ai lavori dell'Istituto, come consiglieri speciali, rappresentanti della Commissione della Comunità Europea (CE) ed il Segretariato dell'EFTA.

La struttura dell'Istituto è formata da:

- Assemblea Generale (GA)
- Assemblea Tecnica (TA)
- Segretariato
- Comitati Tecnici (TC)
- Gruppi di Progetto (Project Teams: PT).

L'*Assemblea Generale* (GA) è l'organo supremo, si riunisce almeno due volte l'anno, ha la responsabilità della struttura e della gestione dell'Istituto, di adottare il budget, di approvare i conti, di nominare (e licenziare) Direttore e Vice Direttore.

L'*Assemblea Tecnica* (TA) è la più alta autorità dell'Istituto per la produzione ed approvazione degli Standard preparati dall'Istituto. Prende la decisione finale sulla composizione del programma annuale dei lavori comuni, che tutti i membri e gli osservatori finanziano e che tutti i membri debbono approvare all'unanimità. Se non vi è l'unanimità coloro che desiderano un lavoro lo finanziano con un budget volontario. Un compito importante del TA è l'inchiesta pubblica presso le nazioni dell'Istituto, prima che lo standard sia approvato.

I *Comitati Tecnici* (TC) sono creati dall'Assemblea Tecnica su aree limitate (ad esempio Terminali, Trasmissione e Commutazione). Essi provvedono a sollecitare un consenso, a seguito di un dibattito tra gli esperti tecnici, sullo standard proposto. I TC hanno il compito di armonizzare il punto di vista Europeo con le Raccomandazioni tecniche del CCIR e CCITT. Possono partecipare ai lavori anche esperti non membri.

I *Project Teams* (PT) sono gli attuali cavalli da corsa dell'Istituto e sono creati dalla TA quando è richiesta una rapida preparazione di standard per ben definire questioni in uno specifico tempo limite. I membri del team, scelti dietro raccomandazione dei membri, sono in numero limitato e hanno una qualifica personale specifica per l'argomento da trattare. Lavorano in permanenza per il tempo previsto e sono pagati dall'Istituto. I PT vengono sciolti quando il lavoro è terminato. Lo Standard proposto viene sottoposto alla adozione della TA o tramite la previa approvazione di un TC o tramite il Direttore che lo passa direttamente alla TA.

Il *Segretariato* prevede alla gestione giornaliera dei lavori dell'Istituto, incluse le relazioni esterne, ed il supporto amministrativo delle Assemblee, dei Comitati e dei Project Teams.

La sede dell'Istituto è a Sophia-Antipolis un'area ad alta tecnologia di ricerca e sviluppo tra Nizza e Cannes.

Come lingua di lavoro è stato scelto l'inglese mentre saranno redatte versioni degli standard anche in francese ed in tedesco.

Le tre lingue possono essere usate nella Assemblea Tecnica, ma sono obbligatorie nella Assemblea Generale.

Il budget finanziario è suddiviso in quattro voci:

1) I costi generali del Segretariato, pagati con contributi per paese.
2) I costi del programma dei lavori comuni, pagati da tutti i membri.
3) I costi del programma dei lavori volontari, pagato esclusivamente dai partecipanti a questo programma.
4) I costi delle interpretazioni della Assemblea Tecnica in francese e in tedesco, pagati dalle Amministrazioni che accettano di ripartirseli.

Un punto importante riguarda lo Statuto formale dell'Istituto. L'ETSI è un Istituto di standardizzazione che produce specifiche tecniche (European Telecomunications Standards: ETSs) riconosciute dalla Commissione CE e dal Segretariato EFTA.

Circa le relazioni tra l'ETSI ed altre organizzazioni è importante sottolineare la collaborazione con il CEN/CENELEC e la CEPT tramite l'ITSTC (Information Technology Steering Committee).

È in preparazione una cooperazione diretta tra CEN/CENELEC e l'ETSI. Nessun accordo sarà stabilito tra ETSI e CCIR e CCITT, ma si auspica uno scambio mutuo di informazioni per evitare duplicazione di lavoro.

Per quanto riguarda la collaborazione con l'UER, nel campo della tecnologia per la radiodiffusione, l'ETSI ha recentemente proposto all'UER la costituzione di un comitato tecnico comune. La proposta è attualmente allo studio.

A.Mg. (3840)

RIUNIONE STRAORDINARIA DEL GRUPPO DI STUDI 11 DEL CCIR
Ginevra, 10-16 Maggio 1989

A Ginevra dal 10 al 16 maggio 1989 si è tenuta una Riunione Straordinaria della Commissione di Studi 11 del CCIR sulla Televisione ad Alta Definizione.

Hanno partecipato alla Riunione circa 200 delegati in rappresentanza delle amministrazioni iscritte all'UIT, degli esercenti privati e delle organizzazioni internazionali riconosciute.

Il mandato della Riunione era stato fissato dalla Commissione 11, con la Decisione 74, in cui si decideva che una Riunione Straordinaria, tenendo conto dei più recenti progressi compiuti dai Gruppi di Lavoro del CCIR sulle definizioni dei parametri di base per un sistema mondiale di HDTV, dovesse:

- raccomandare una serie completa dei parametri numerici ed analogici appropriati per una norma unica mondiale;
- esaminare i metodi proposti per l'emissione dei segnali di HDTV e studiare le possibilità di dare le specifiche dei segnali in banda base, sotto forma numerica ed analogica destinati all'emissione ed allo scambio internazionale dei programmi di HDTV sui collegamenti;
- definire le misure supplementari necessarie per elaborare un sistema mondiale di HDTV in vista della Riunione Finale della Commissione di Studi 11, in particolare per quanto attiene i lavori futuri.

I lavori sono stati portati avanti dai seguenti 5 Gruppi di Coordinazione:

— G.L. 11 Ex A	Norme di produzione e di qualità della HDTV Presidente G. WATERS (UER)
— G.L. 11 Ex B	Registrazione, film e contesto multimedia dell'HDTV Presidente P. ZACCARIAN (CBS)
— G.L. 11 Ex C	Emissione e trasmissione della HDTV Presidente M. MATSUSHITA (J)
— G.L. 11 Ex D	Preparazione del rapporto e progetto di introduzione Presidente K.P. DAVIES (CBC)
— Gruppo AD-HOC 11	Ex della Plenaria, incaricato della Risoluzione Com 5/3 della CAMR ORB-88 e della coordinazione dei satelliti Presidente R. F. ZEITOUN (CAN).

Risultati dei lavori

La Commissione ha approvato un rapporto della Riunione i cui punti salienti sono riassunti qui di seguito:

b) *Norma Unica Mondiale per HDTV*

È stata proposta la struttura di una Raccomandazione per una norma unica mondiale per l'HDTV di studio in cui sono stati riportati i valori dei soli parametri che hanno ottenuto l'accordo del gruppo.

La nuova revisione del Rapporto 801 sull'HDTV, di carattere generale, contiene ora, con pari dignità, le due proposte del sistema 1125/60 e 1250/50. In appendice, su proposta congiunta Italia-Spagna sono stati introdotti i parametri del primo sviluppo, basato sulla scansione interallacciata, dello standard 1250/50 progressivo.

b) *Trasmissione Dati associati all'HDTV*

Gli studi non sono ancora conclusi. Mancano esperimenti probanti che portino a definire un sistema.

c) *Trasmissione HDTV da satellite*

- È stata preparata una nota indirizzata al presidente del JIMP CMTT-4-10-11/1 in cui si chiede che il Gruppo faccia studi approfonditi anche sull'HDTV-SNG senza ritardare i lavori in corso.
- È stato predisposto un documento informativo per la Conferenza dei PLENIPOT di Nizza, 89 in cui si dice che la scelta della banda per l'HDTV dovrà essere fatta nell'intervallo 12, 7-23 GHz. I risultati definitivi degli studi attualmente in corso al CCIR saranno conseguiti durante il periodo di studi 1990-1994, ma, se necessario, molti di questi studi potrebbero essere accelerati, in modo da essere eventualmente disponibili per esempio nel 1992.

d) *Azioni future*

Alla Finale della Commissione 11 verrà creato un Gruppo incaricato di aggiornare il rapporto che la Commissione 11 presenterà alla prossima Riunione Plenaria, sulla base degli ultimi lavori del Gruppo IWP 11/6.

A.Mg. (3837)

CONFERENZA DEI PLENIPOTENZIARI DELL'UIT

Nizza, 24 Maggio-29 giugno 1989

Dal 24 maggio al 30 giugno 1989 si è riunita a Nizza, per la tredicesima volta dopo la sua fondazione nel 1855, la Conferenza dei Plenipotenziari dell'UIT (Unione Internazionale di Telecomunicazioni).

Vi hanno partecipato più di 900 delegati di 140 paesi responsabili delle telecomunicazioni del mondo intero.

La Conferenza dei Plenipotenziari è l'organo supremo dell'Unione. Secondo l'articolo 6 della Convenzione Internazionale delle Telecomunicazioni (Nairobi, 1982), essa è composta di delegazioni accreditate, rappresentanti suoi paesi Membri ed ha per mandato di:

— determinare i principi generali che deve eseguire l'Unione per raggiungere gli obiettivi fissati dalla Convenzione;

— esaminare il rapporto del Consiglio di Amministrazione riguardante le attività di tutti gli organi dell'Unione dopo l'ultima Conferenza dei Plenipotenziari;

— stabilire le basi del budget dell'Unione ed il plafond delle spese annuali;

— formulare tutte le direttive generali concernenti gli effettivi dell'Unione;

— esaminare i compiti dell'Unione;

— eleggere:
  — I membri del Consiglio di Amministrazione
  — I funzionari seguenti:
    — segretario generale;
    — vice segretario generale;
    — membri dell'IFRB;
    — direttori di CCIR e CCITT;

— rivedere la Convenzione;

— concludere o rivedere gli accordi tra l'Unione e le altre organizzazioni internazionali;

— trattare tutte le altre questioni di telecomunicazioni giudicate necessarie;

La Conferenza ha eletto per acclamazione alla sua presidenza il Sig. J. Grenier, Direttore della Direzione degli affari industriali ed internazionali del Ministero delle Poste, delle Telecomunicazioni e dello Spazio di Francia.

La Conferenza ha inoltre stabilito la sua struttura creando 10 commissioni.

Gli argomenti di maggior interesse trattati dalle commissioni più importanti sono stati:

Comm. 5 - Finanze dell'Unione

Il limite di spese dell'UIT per il periodo 1990-1994 è stato previsto in circa 650 milioni di Franchi Svizzeri. Tra le varie nazioni che hanno chiesto il cambiamento delle unità contributive versate all'Unione, l'Italia ha dichiarato la sua intenzione ad incrementare le proprie unità.

Comm. 6 - Cooperazione tecnica

La Conferenza ha deciso di creare un ulteriore organo permanente denominato « Bureau Tecnico per lo Sviluppo » allo stesso livello degli attuali organi permanenti CCIR, CCITT, IFRB, Segretariato. Il nucleo centrale del nuovo organo sarà costituito dall'attuale Dipartimento per lo sviluppo. Il Direttore per ora sarà il Segretario Generale, una prossima Conferenza dei plenipotenziari eleggerà il Direttore responsabile.

Comm. 7 - Struttura dell'Unione

Tranne il nuovo Bureau Tecnico per lo Sviluppo, la struttura dell'Unione resta quella attuale. È stato però creato un gruppo di esperti, costituito da una ventina di membri che saranno scelti dal Consiglio di Amministrazione incaricato di analizzare e proporre una eventuale revisione della struttura dell'UIT entro il 1991; fra le proposte da esaminare, quella più rilevante riguarda l'unificazione dei due segretariati dei CCI in uno solo.

Il 12 Giugno 1989 si è svolta la votazione che ha eletto con 76 voti favorevoli su 135 votanti il nuovo Segretario Generale dell'UIT Sig. Pekka Tajanne, finlandese, e come vice Segretario Generale all'unanimità il Sig. J. Jipguep del Camerun.

Il 22 Giugno 1989 si è svolta la votazione per eleggere i direttori del CCIR e del CCITT ed i membri dell'IFRB. Sono risultati eletti:

Direttore del CCIR: R. G. Kirby (USA)
Direttore del CCITT: T. Irmer (R.F.A.)
Membri dell'IFRB:
Regione A: G. C. Brooks (CAN)
Regione B: W. H. Bellchamber (UK)
Regione C: V. Kozlov (URSS)
Regione D: M. Harbi (Algeria)
Regione E: M. Miura (J)

Il 24 Giugno si sono svolte le elezioni dei 43 membri del Consiglio di Amministrazione.

Per la regione B sono stati eletti nell'ordine RFA, CH, F, I, S, E, GRC.

Comm. 8 - Obiettivi, diritti ed obbligazioni

Sono state confermate le 6 lingue di lavoro, Francese, Spagnolo, Cinese, Russo, Arabo. Le ultime tre saranno usate solo negli atti finali delle Conferenze, nei libri finali dei CCI e nelle traduzioni simultanee, restano escluse dalla documentazione di lavoro delle Conferenze e dei Comitati. Per l'uso di queste tre lingue è stato incrementato il budget 90-94 di 15 milioni di Franchi Svizzeri.

Comm. 9 - Strumenti fondamentali dell'Unione

È stata creata la « *Costituzione* » a cui si affiancano la Convenzione ed i Regolamenti. La Costituzione sarà la carta fondamentale che dovrebbe subire pochissime modifiche. Gli altri due strumenti conterranno le disposizioni più soggette a modifiche.

La Conferenza ha deciso che il programma delle future conferenze per il periodo 89-94 sarà il seguente:

1) Seconda Sessione della Conferenza Amministrativa Regionale per la Pianificazione della Radiodiffusione televisiva in VHF/UHF nell'area Africana di Radiodiffusione e Nazioni vicine, che si svolgerà a Ginevra dal 13 novembre all'8 dicembre 1989.

2) Conferenza Amministrativa Regionale dei Membri dell'Unione dell'Area Africana di Radiodiffusione per abrogare l'Accordo Regionale per l'Area Africana di Radiodiffusione (Ginevra 1963), che si svolgerà a Ginevra dal 4 al 5 Dicembre 1989.

3) Conferenza dei Plenipotenziari addizionale per rivedere la struttura dell'Unione se così sarà deciso dal Consiglio di Amministrazione nella sua sessione del 1991, da tenersi a Ginevra per due settimane.

4) Conferenza Amministrativa Mondiale di Radiocomunicazione per trattare l'attribuzione di bande di frequenze, tenendo in conto le Risoluzioni e le Raccomandazioni della CAMR-HFBC-87, la CAMR-MOB-87 e la CAMR-ORB-88, da tenersi in Spagna nel primo quarto del 1992 per quattro settimane e due giorni.

5) Conferenza Amministrativa Mondiale per trattare le questioni legate al Servizio di Radiodiffusione nella banda HF, da tenersi a Ginevra nel primo quarto del 1993 per quattro settimane.

6) Conferenza Amministrativa Regionale di Radiocomunicazione per stabilire i criteri di suo in compartecipazione delle bande VHF ed UHF attribuite ai servizi Mobile, Radiodiffusione e Fisso, e se necessario pianificare il servizio di radiodiffusione in tutta o in parte della Regione 3 e delle nazioni interessate nella Regione 1, che devono essere determinate dal Consiglio di Amministrazione dopo aver consultato i Membri interessati.

7) Conferenza dei Plenipotenziari in Giappone nel 1994, per 5 settimane, che dovrà essere confermata dal Consiglio di Amministrazione nella sua sessione del 1991.

A.Mg. (3841)

RIUNIONE DEL GRUPPO RARF DELLA CEPT

Agno-Lugano, 10-14 Aprile 1989

Alla presenza di 35 partecipanti in rappresentanza di 16 Amministrazioni e di una organizzazione internazionale, la CEE, si è tenuta ad Agno-Lugano in Svizzera dal 10-14 aprile 1989 la Riunione del Gruppo RARF (Radio Administration, Regulation and Frequency management) della CEPT (Comitato Europeo delle Poste e delle Telecomunicazioni).

Dei punti all'ordine del giorno quelli di maggior interesse sono stati:

— Il rapporto tra la CEPT e la CEC (Commission European Community) per quanto riguarda il problema della regolamentazione delle frequenze usate in alcuni servizi mobili.

— L'approvazione della Raccomandazione concernente la coordinazione delle frequenze per l'ERMES (European Radio Message System).

a) le frequenze raccomandate a partire dal 1.1.92 sono: 169,6; 169,65; 169,7; 169,75 MHz;

b) Altri 200 kHz saranno scelti e coordinati nella banda 169,4 ÷ 169,8 MHz entro il 1995.

— La Conferenza del 1992.

È stato incaricato il Sottogruppo RR1 di studiare sia l'attribuzione nelle gamme 2 ÷ 30 MHz e 0,5 ÷ 3 GHz delle bande di frequenze a nuovi sistemi e servizi quali il mobile, il DECT (Digital European Cordless Telephone) e la radiodiffusione sonora ad onde decametriche e da satellite, secondo il piano d'azione già predisposto che comprende l'invio di un questionario alle Amministrazioni, sia lo studio sulla necessità di precoordinare le frequenze della radionavigazione a 2MHz nella banda 2 ÷ 30 MHz.

— L'incontro tra la UIC (Union Internationale des Chemin de Fer) ed il RARF.

L'incontro, che si è concluso senza accordo, ha consentito di fare il punto sulle bande individuate da entrambe le parti per il servizio telefonico sui treni:

450 MHz	L'uso di questa banda è inaccettabile da parte delle Amministrazioni;
2 GHz	L'uso di questa banda . i naccettabile da parte delle ferrovie;
900 MHz	L'uso di questa banda richiede ulteriori studi esistendo la possibilità in molte nazioni di poter rendere utilizzabile detta banda per questo servizio.

— Argomenti specifici che richiedono studi urgenti del RARF e bande relative interessate.

ISM (Industrial Scientific Macchinery) Banda 900 MHz.

DECT (Digital European Corless Telephone) Banda 1215-1260; 168,4-1690; 830-960; 790-862 MHz.

Radar metereologici analizzatori di vento Banda 47-68; 401-500; 960-1215; 1215 MHz.

Mobile da satellite Banda 1300-1600.

Condivisione radiodiffusionemobile Banda I, III, IV, e V di radiodiffusione.

Di questi studi è stato incaricato il Sottogruppo RR4 presieduto da P. Abudaram (F.).

— Sistema OmniTRACS.

Il sistema della Qualconn è operante in USA e riguarda la comunicazione dati da satellite per i mobili terrestri. Il sistema usa le bande 14,0 ÷ 14,5 GHz per l'up link e 11,7 ÷ 12,2 GHz. per il down link.

Queste due bande non sono assegnate al servizio mobile terrestre da satellite nel RR. Il problema richiede che si riveda il Radio Regolamento e si studi più approfonditamente il sistema e la sua compatibilità e condivisione con gli altri servizi.

La prossima Riunione si terrà in Turchia dal 2 al 6 ottobre 1989.

A. Mg. (3829)

PRIMA RIUNIONE DEL GRUPPO NAZIONALE UNIPREA « MULTIMEDIA »

Torino, Giugno 1989

Il giorno 23 giugno 1989 si è tenuta a Torino, presso la sede dell'UNIPREA, la prima Riunione del Gruppo UNIPREA « Multimedia », presieduta dall'ing. Chiariglione dello CSELT.

L'UNIPREA è uno dei sedici enti di normalizzazione federati all'UNI il cui settore di studio copre, fra l'altro, le tecniche informatiche e le loro applicazioni ed è rappresentante italiana dell'ISO.

Scopo della Riunione era la costituzione di un Gruppo nazionale in ambito UNIPREA sulla rappresentazione codificata di informazione multimedia per applicazioni interattive. Il fine che si prefigge questo Gruppo è quello di coordinare la partecipazione italiana ai lavori del Gruppo ISO-IEC JTC1/SC2/WG8/MPEG (chairman L. Chiariglione) e degli altri Gruppi ad esso collegati e di preparare l'industria nazionale hardware e software all'uso della norma. L'area di lavoro del Gruppo MPEG è quella dello sviluppo di standard di archiviazione di immagini in movimento e di audio su supporti digitali che accettano attualmente una velocità di trasferimento dell'ordine di 1,5 Mbit/s, quali compact disc, DAT, dischi Winchester, ecc. Ciò richiede l'utilizzo di algoritmi di codifica che effettuino una pesante compressione dei dati.

La prima parte della Riunione è stata dedicata ad un rapporto sull'attività ISO in campo multimedia tenuto dall'ing. Chiariglione. Nella seconda si è verificato la disponibilità dei presenti a contribuire alla stesura di una norma che rispecchi le effettive esigenze dell'utenza.

R.DP.G.D.R.L. (3844)

QUARTA RIUNIONE DEL IWP CMTT/2
Ginevra, 29 Giugno 1 Luglio 1989

Nei giorni dal 29 Giugno al 1 Luglio 1989 si è svolta a Ginevra, Svizzera, la quarta Riunione del Gruppo IWP CMTT/2 presieduta dal Dr. Stenger (Repubblica Federale Tedesca). La Riunione seguiva immediatamente quella del IWP 11/7 e buona parte dei partecipanti, in qualità di membri o di osservatori, è stata presente ad entrambe le Riunioni.

Una descrizione più dettagliata degli scopi del Gruppo è riportata nella relazione sulla terza Riunione pubblicata nella rubrica sull'Attività Internazionale in un precedente numero di *«ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI»*.

È particolarmente importante l'attività volta a normalizzare un sistema di riduzione della ridondanza per la trasmissione del segnale televisivo utilizzante un bit-rate pari a circa 34Mbit/s, livello gerarchico di accesso alle reti numeriche previsto per l'Europa, oppure a 45Mbit/s, livello utilizzato negli Stati Uniti.

Il sistema studiato e proposto dall'Italia è oggetto di numerosi articoli recentemente pubblicati e di prossima pubblicazione di «ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI».

Nel corso della Riunione sono stati ampiamente discussi i risultati delle prove effettuate sui codec proposti basati su tecniche DPCM e DCT. I risultati ed i commenti relativi a tali prove sono riportati nell'articolo che sarà prossimamente pubblicato su *«ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI»*.

In base a tali risultati, ovvero al fatto che nessuno dei sistemi sottoposti a prove ha soddisfatto tutti i criteri per la scelta, ed allo scopo di facilitare il raggiungimento di un accordo per un sistema unico è stato deciso di costituire un unico Gruppo di esperti, che sostituisca i due precedenti Gruppi che si occupavano rispettivamente del sistema DCPM e di quello DCT. Tale Gruppo congiunto presieduto dal Dr. Murakami (Giappone) dovrà tentare di specificare un sistema di «compromesso», che combini le migliori caratteristiche dei sistemi attualmente proposti.

Tale sistema è basato sull'uso della DCT e adotta la compensazione del movimento applicata ai singoli quadriblocchi, ovvero a porzioni di immagine pari a 16 pel per 8 righe.

Sono state individuate le principali caratteristiche del sistema su cui esistono ancora opinioni differenti e che pertanto richiedono ulteriori studi: schema di codifica dei vettori movimento, filtri di interpolazione, scelta dei modi di codifica (intra-field, inter-field e inter-frame), «criticità», codice a lunghezza variabile (VLC), multiplex video, multiplex di trasmissione, codici per la correzione degli errori (FEC), tecnica di mascheramento degli errori.

Per ciascun argomento sono stati individuati gli esperti maggiormente interessati; essi dovrebbero cercare di operare una decisione da comunicare, a mezzo telefax, al Dr. Murakami in modo che una proposta quasi definitiva sia disponibile per le Riunioni Finali del CMTT che si tengono a Ginevra nel mese di Ottobre 1989.

La definizione più completa dei parametri e la realizzazione pratica dei prototipi potrà essere effettuata successivamente, possibilmente prima della Plenaria.

I sistemi basati su DCT sono ritenuti particolarmente promettenti per la trasmissione dei segnali televisivi non solo per applicazioni «contributo», ma anche per la distribuzione secondaria, cioè all'utente finale. In questo caso sono possibili modifiche per ridurre la complessità dei decodificatori e/o diminuire il bit-rate richiesto per la trasmissione. Sono stati presentati alcuni documenti e si è iniziato un nuovo Rapporto sull'argomento.

Altro argomento oggetto di discussione in ambito CMTT/2 è la trasmissione del segnale video a 140 Mbit/s. Il sistema proposto, basato su DPCM, dovrebbe consentire una qualità superiore a quella possibile a bit-rate inferiori e l'uso di codecodificatori più semplici.

Anche questo codec avrebbe dovuto essere sottoposto a prove, ma al momento in cui esse si sono svolte non era ancora completato. Restano comunque ancora da definire alcune caratteristiche da normalizzare.

Anche la trasmissione numerica del segnale HD-MAC è stata affrontata nel corso della Riunione. È auspicabile che venga emessa una Raccomandazione per un unico standard, ma anche in questo caso esistono più proposte.

La trasmissione numerica del segnale HDTV è oggetto di alcuni documenti presentati nel corso della Riunione. Uno dei contributi presentati da Italia e Spagna informa sul fatto che un codec, basato sullo stesso algoritmo DCT proposto per la TV a definizione normale, è in fase di realizzazione.

M. B. (3848)

QUARTA RIUNIONE DEL GRUPPO V2-SPEC DELL'UER
Stoccolma, 18-20 Aprile 1989

Il Gruppo V2-SPEC dell'UER (Union Europea di Radiodiffusione) si è riunito in Aprile ad Haninge (Stoccolma) allo scopo di completare la specifica del protocollo di trasmissione per i servizi di dati nel multiplex a pacchetti del sistema MAC (parte 4C della norma MAC).

Come nella Riunione precedente (Bruxelles, 5-7 Dicembre 1988) erano presenti due esperti dell'ESA (European Space Agency) e due del BSB (British Satellite Broadcasting), attualmente impegnati nello studio e nell'implementazione di ricevitori per servizi dati emessi dai satelliti di diffusione secondo la norma MAC (Multipexed Analogue Components).

Oltre ad aver raggiunto un accordo sostanziale sul protocollo per i servizi dati nel multiplex del MAC, nella Riunione sono state discusse alcune modifiche da apportare alla norma MAC, riguardanti specialmente il meccanismo di identificazione dei servizi (SI) per l'introduzione dell'accesso condizionato e dei servizi di dati.

Il protocollo proposto prevede il seguente meccanismo di trasporto (livelli 2 e 3 della struttura ISO-OSI a 7 livelli) per i dati all'interno del multiplex a pacchetti del MAC:

a) senza «Header di Messaggio»: i dati possono essere trasportati utilizzando in modo trasparente i pacchetti da 751 bit già definiti nella norma MAC (parte 3) per l'audio e i servizi di teletext e sottotitoli (parte 4).

Ogni singolo pacchetto costituisce un «Messaggio», ed è composto da un prefisso (header) di 23 bit, da 8 bit che indicano il «Tipo» del pacchetto e da 720 bit (90 byte) utilizzabili per il trasporto dei dati.

L'header di pacchetto fornisce un semplice meccanismo per la questione del trasporto dei dati: è infatti costituito da un indirizzo di 10 bit che individua in modo univoco il servizio trasportato (o l'utente destinatario del servizio), e da un contatore (2 bit) che viene incrementato ad ogni nuovo pacchetto con lo stesso indirizzo, in modo da permettere in ricezione la rivelazione di eventuali perdite di pacchetti.

L'header è protetto dagli errori di ricezione dal codice di Golay (23,11), in grado di correggere fino a due errori.

b) Con «Header di Messaggio»: questo protocollo permette di migliorare le prestazioni del meccanismo di trasporto in funzione del tipo di servizio trasmesso.

I dati sono trasportati da «Messaggi» costituiti da pacchetti singoli oppure da gruppi di 4 pacchetti consecutivi, individuati da 4 valori consecutivi del contatore posto nell'Header di pacchetto.

Nel primo pacchetto che costituisce il messaggio viene inserito un «Header di Messaggio» di formato variabile, che può contenere le seguenti informazioni:

— Indirizzamento esteso;
è utilizzabile quando i circa 1000 indirizzi disponibili dell'Header di Pacchetto non sono sufficienti, ad esempio quando si desideri indirizzare singoli utenti o gruppi di utenti.

La lunghezza (in byte) dell'indirizzo esteso è variabile, ed è indicata da un apposito byte che precede l'indirizzo stesso. Sono possibili indirizzi estesi formati da 1 fino a 16 byte.

— Contatore di segmenti;
è un contatore costituito da 4 byte, che viene incrementato ad ogni nuovo Messaggio di un servizio (pacchetti con lo stesso indirizzo di pacchetto e lo stesso indirizzo esteso, se presente); il suo valore massimo è 65536.

— Indicatore della lunghezza utile del Messaggio (3 byte); quando un Messaggio non è completamente utilizzato, tale indicatore permette di separare in ricezione i dati utili dai byte di riempimento.

Dato che le suddette informazioni possono essere presenti o no, il primo byte (FD) dell'Header di Messaggio ne descrive la configurazione.

Tutti i byte dell'«Header di Messaggio» sono protetti da un codice di Hamming esteso (8,4), con correzione degli errori singoli e rivelazione dei doppi.

I dati utili sono protetti dagli errori secondo 4 schemi, che possono fare uso del codice di Golay esteso (12,24) e di un codice di rivelazione degli errori a 16 bit di ridondanza (CRC):

— senza codice di Golay, senza CRC
— senza codice di Golay, con CRC
— con codice di Golay, senza CRC
— con codice di Golay, con CRC.

Lo schema adottato viene segnalato nel canale di Identificazione dei Servizi (SI).

La presenza o no di un meccanismo di «scrambling» per l'accesso condizionato a un servizio viene segnalato dal byte che indica il «Tipo» del pacchetto PT.

Il protocollo prevede anche l'introduzione di «Pacchetti di Controllo» (non ancora definiti), per migliorare ulteriormente la gestione del trasporto dei dati; i pacchetti di controllo sono identificati da particolari valori del byte PT.

A. M. (3831)

SETTIMA RIUNIONE DEL GRUPPO SPECIALISTICO V1/RDB
Stoccolma, 5-7 Settembre 1989

Nei giorni dal 5 al 7 Settembre si è tenuta presso la SVT, Televisione Svedese, la settima Riunione del Gruppo Specialistico V1/RDB (Riduzione del Bit Rate) dell'UER. A partire da questa Riunione il Gruppo ha un nuovo presidente: D. Nasse (Francia).

Poiché tale Gruppo si occupa di tecniche per la riduzione della ridondanza dei segnali televisivi, il suo lavoro ha stretti legami con quello svolto in ambito CCIR dal IWP 11/7 e dal CMTT/2. Sono stati quindi riassunti i risultati delle ultime Riunioni di tali Gruppi, tenute a Ginevra.

Sono stati discussi i risultati delle prove svolte nella primavera scorsa sui codec a 34 e a 45 Mbit/s. In base al rapporto sulla situazione attuale dell'attività del Gruppo di esperti costituito dal CMTT/2 per raggiungere un «compromesso» su tali sistemi di codifica, si è preso atto del fatto che ci sono argomenti per procrastinare la definizione di un unico standard mondiale. Infatti un sistema definito in questo momento potrebbe non soddisfare tutti i requisiti d'utente, e sono quindi necessari ulteriori esperimenti per ottimizzare tutti i parametri, è inoltre opportuno acquisire ulteriori informazioni su altre applicazioni possibili per tale sistema, quali, ad esempio, la videoregistrazione. Malgrado ciò è opportuno che almeno le caratteristiche principali di tale sistema, e non è possibile specificarle completamente tutte, siano definite nel corso dell'attuale periodo di studio del CCIR e che un accordo sia raggiunto entro l'Assemblea Plenaria del CCIR.

Per quanto riguarda il sistema per la trasmissione di segnali TV a 140 Mbit/s, si è recentemente aggiunta una seconda proposta per il multiplex e si chiede al Gruppo Specialistico T3 di esaminarla. La nuova proposta dovrebbe consentire una maggiore flessifibilità, facilitando la trasmissione, oltre che dei segnali 4:2:2, anche di quelli MAC, HD-MAC e compositi.

Nel corso della Riunione è stato possibile vedere le videoregistrazioni in formato numerico D1 dei risultati delle prove del prototipo del coder a 34 Mbit/s basati su DPCM e sviluppati in collaborazione da Germania, Svezia e Finlandia.

Il codec non è ancora completo, esiste solo la parte relativa alla trasmissione, e presenta ancora numerosi problemi dovuti alla realizzazione circuitale. Il segnale risultante è quindi affetto da numerosi difetti dovuti a problemi di tipo hardware.

Pur facendo astrazione da tali difetti, si può comunque concludere che la qualità ottenibile con le immagini di prova è inferiore a quella fornita dal codec basato su DCT. Sembra che le ditte interessate abbiano rinunciato a sviluppare ulteriormente il codec.

È stata presentata anche la registrazione del segnale ottenuto con il codec a 140 Mbit/s, che pur avendo anch'esso ancora problemi realizzativi, è in grado di fornire una qualità molto buona, anche con le immagini più critiche.

Nei mesi scorsi sono state effettuate presso i laboratori del CCETT (Francia), BBC (Gran Bretagna), RTVE (Spagna) e SVT (Svezia) le prove comparative fra i due metodi di valutazione soggettiva del Doppio Stimolo e del Ratio Scaling. Tali prove sono state effettuate utilizzando i nastri forniti dal Centro Ricerche RAI nel corso della precedente Riunione, tenuta a Torino, e hanno in linea di massima confermato i risultati ottenuti in tale occasione.

Il metodo del Doppio Stimolo sembra presentare una maggiore stabilità dei risultati, anche nel caso in cui vengano valutati degradamenti in una gamma ridotta.

Il metodo del Ratio Scaling potrebbe però avere dei vantaggi nel caso in cui debba essere effettuata una selezione preliminare fra una molteplicità di casi; infatti richiede tempi inferiori per le prove.

I dati forniti dalle prove effettuate nel corso della scorsa Riunione e nei quattro laboratori, precedentemente citati, saranno elaborati e comparati presso il CCETT ed i risultati saranno oggetto di un documento che verrà distribuito nel mese di novembre.

Le sequenze di prova prodotte dai membri UER attualmente contenute nel nastro di prova realizzato dal Gruppo AD-HOC TPS costituito dal IWP 11/7 del CCIR saranno incluse in un nastro numerico in formato D1 prodotto e distribuito per conto dell'UER. Tale nastro sarà disponibile per coloro, enti di diffusione ed industrie, che hanno bisogno di materiale critico per la verifica di algoritmi ed apparati, in particolare per quelli utilizzanti sistemi di riduzione della ridondanza. Alcune sequenze prodotte dal Centro Ricerche RAI verranno incluse nel nastro

UER, essendo fra le più note ed usate.

Una presentazione delle caratteristiche del modo asincrono di trasferimento (ATM: Asynchronous Transfer Mode), la cui normalizzazione è proposta in ambito CCITT per l'uso nelle reti numeriche integrate a larga banda (B-ISDN), è stata effettuata da un esperto della Ericson.

Nel corso delle scorse Riunioni del CCITT tenute a Ginevra nel mese di giugno è stata fissata la dimensione della cella ATM: essa è composta da un'intestazione di 5 byte e da 48 byte di informazione disponibile per l'utente.

Questo sistema presenta vantaggi nel caso di informazioni prodotte ad un bit-rate relativamente basso e variabile nel tempo. Non sembra però offrire alcun vantaggio nel caso di servizi che producano elevati flussi informativi, come nel caso della distribuzione del segnale TV e 15 ÷ 30 Mbit/s.

Infatti all'utente deve essere riservato, al momento della richiesta del collegamento, un canale virtuale di capacità adeguata alla richiesta di picco. Poiché tale capacità costituisce una porzione significativa della capacità complessiva prevista per la rete e non sono previsti livelli diversi di priorità, non è possibile sfruttare l'eventuale variazione statistica dell'occupazione del canale. Ne consegue che i costi d'uso saranno probabilmente legati alla capacità massima prevista.

Inoltre è a carico dell'utente la rivelazione della perdita di celle dovuta ad errori di canale, a instradamenti errati o a sovraccarichi dei buffer della rete. D'altra parte le probabilità di errore e di perdita di cella dovrebbero essere particolarmente basse, inferiori a 10^{-9}.

Benché il sistema ATM non sembri essere particolarmente attraente per la distribuzione del segnale TV, è comunque necessario valutare l'adattamento dei sistemi attualmente proposti anche per le reti asincrone, nei casi in cui le reti sincrone non siano disponibili. È comunque prevedibile che tali sistemi ATM non siano posti in esercizio prima del 1995.

La modifica del segnale HDTV per la distribuzione e la diffusione a bit-rate di 70 ÷ 140 Mbit/s è stata oggetto di discussione. Attualmente codec per tale scopo sono allo studio in Germania (IRT e Siemens) e nei progetti europei RACE e EUREKA 256.

Si auspica una collaborazione fra i membri di tali Gruppi al fine di realizzare una proposta comune europea. È quindi stato proposto che la prossima Riunione del Gruppo V1/RDB si tenga nel Marzo 1990 presso uno dei laboratori maggiormente impegnati in questa attività e che sia completamente devoluta allo studio del sistema HDTV e all'impostazione dell'attività di collaborazione.

M. B. (3849)

RIUNIONE DEL SOTTOGRUPPO T3 DELL'UER

Gent, Giugno 1989

Nei giorni 13-15 Giugno si è tenuta a Gent (Belgio) la diciottesima Riunione del Sottogruppo T3 dell'Uer (Unione Europea di Radiodiffusione) che si occupa dei problemi relativi alla gestione e allo sviluppo della rete dell'Eurovisione.

I principali argomenti discussi sono stati:

1) Introduzione dello scrambling nella rete dell'Eurovisione, in particolare sulla tratta via satellite che si è rivelata essere la più vulnerabile e soggetta ad atti di pirateria. Dalla discussione con i rappresentanti legali ed i programmisti, si sono individuati tre livelli di priorità per i segnali che devono essere protetti:

   a) protezione dei programmi di membri UER nei confronti dei non-membri;

   b) protezione contro un cattivo uso (accidentale o no) anche da parte di membri UER;

   c) protezione del segnale dopo che questo ha lasciato la zona di diffusione dell'Eurovisione.

   Per raggiungere tale obiettivo si sono considerati due metodi:

   — scrambling vero e proprio (casi a e b);
   — watermarking del segnale nel caso c.

   Quest'ultima tecnica consiste nel marchiare in modo univoco e trasparente i segnali immessi nella rete dell'Eurovisione in modo tale che quando questi segnali vengono prelevati in qualsiasi punto si può facilmente identificare l'atto di pirateria.

2) Trasmissione del segnale TV in forma numerica. La tendenza generale prevede i collegamenti digitali intorno al 1995, con un primo passo in cui la distribuzione è ancora analogica, per poi rendere numerica anche questa. Uno dei problemi attuali è la mancanza di uno standard unico per i codec. In tal senso sono state preparate due proposte da sottoporre all'attenzione dei Gruppi IWP CMTT/2, IWP CMTT 11/7 in cui vengono fornite delle indicazioni riguardanti la struttura della trama dei segnali numerici TV a 32-45 Mbit/s e 140 Mbit/s.

3) Esigenza di una normativa nel campo dei collegamenti misti analogico-digitali.
   Ci si riferisce a quei collegamenti che sono visti da un estremo all'altro come analogici ma che incorporano una sezione intermedia digitale. Le questioni sollevate sono:

   — come introdurre lo scrambling in una rete mista dal momento che gli algoritmi per la riduzione del bit-rate presenti nel codec, si basano sulla ridondanza del segnale, ridondanza che viene persa dopo l'operazione di scrambling;

   — non tutti i metodi di misura validi per i collegamenti analogici sono validi per quelli misti, in particolare per ciò che riguarda le misure di rumore.

4) Il Gruppo ha quindi assistito a una dimostrazione da parte della Alcatel Bell di un codificatore video a bit-rate variabile da impiegare nei servizi di diffusione televisiva previsti nella Broadband-ISDN.
   In particolare sono stati esposti i problemi della codifica video nell'ambito dell'ATM (Asynchronous Transfer Mode) e gli studi sull'impatto che tali problemi possono avere sulla qualità dell'immagine trasmessa sulla B-ISDN.

G. A. (3842)